COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
DE
L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANT-SEPTIÈME

ANNÉE 1961

N° 5. — Séances des 1er et 8 Mars 1961

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

18, RUE DE BELLECHASSE, 18

(7e Arrt) — Invalides : 10-87

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous LouisXV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(Suite page III)

SÉANCE DU 1er MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

DÉCÈS D'UN CORRESPONDANT ÉTRANGER

M. le Président. — J'ai le regret d'annoncer le récent décès de notre Correspondant étranger M. Gonzalez Vazquez. Professeur de Sylviculture à Madrid, il était Correspondant de l'Académie depuis 1848. Nous avons exprimé à sa veuve les vives condoléances des Membres de notre Compagnie.

PARMI LES OUVRAGES REÇUS

M. le Secrétaire perpétuel. — Une plaquette nous apporte le texte de la communication que notre Confrère M. François Robin a faite à l'Académie des Sciences morales et politiques, sur *les Causes profondes du malaise paysan*. Par sa pénétration comme par sa hauteur de vue, cet exposé doit retenir l'attention.

Notre Correspondant M. Rouveroux nous adresse un Extrait de revue sur *la réforme agraire en Algérie*, documentation de vif intérêt.

Dans le Bulletin de l'Académie royale de Belgique, Classe des Sciences (5e série, t. XLVI), est à signaler une étude de M. le Pr Bouillenne sur *quelques aspects actuels de la physiologie de la mise à fleurs*.

Le Fr. Yves Oger, docteur-vétérinaire, lauréat de notre Académie, publie un petit ouvrage de caractère très pratique sur *la Stabulation libre*.

Dans la revue « Travaux communaux » (février 1961) nous trouvons un article original de M. Tréhard sur *les travaux d'équipement rural à travers les âges*, ainsi qu'une utile mise au point sur les *Sociétés d'économie mixte à participation communale ou départementale*.

La Collection « Études d'économie rurale » (42, rue Washington à Paris) publie deux petits volumes d'intérêt très actuel : *Temps standards de travail des principales spéculations* par M. Attonaty et *L'économie de main-d'œuvre dans la grande exploitation agricole* par M. Cordonnier.

Dans le Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté (mars 1961) :

— M. Bourgenot évoque la nécessité d'un service forestier moderne, en commentant l'observation que « la forêt ne pousse pas toute seule »;

— M. Roussel rassemble les observations faites sur les possibilités de photo-synthèse hivernale pour les arbres « toujours verts ».

Viennent de nous parvenir cinq nouvelles Monographies agricoles départementales : Calvados, Hérault, Ille-et-Vilaine, Nord, Haute-Marne.

***

L'étude de l'érosion a été plusieurs fois abordée devant nous par M. Hénin : notre Confrère a notamment présenté le 6 mai 1959 l'importante thèse de M. Fournier « Climat et Érosion », ouvrage qui a été distingué ensuite par l'attribution d'un prix de la Fondation Xavier Bernard.

Dans le sens des orientations données par M. Fournier, le Bulletin de l'Association de Géographes français (nov.-déc. 1960) publie, sous la signature de M. Tabuteau, une étude sur *les conséquences hydro-érosives du climat méditerranéen*. Après avoir rappelé et commenté les méthodes

qui permettent d'évaluer « la terre mise en mouvement », et sans se dissimuler la complication réelle des phénomènes, l'auteur propose un premier schéma des valeurs moyennes : il s'agit d'une classification des bassins atteints par l'érosion au moyen d'une représentation graphique en échelle logarithmique. L'un des axes marque l'*écoulement spécifique* en millimètres par an : c'est la tranche d'eau qui ruisselle annuellement par kilomètre carré de bassin amont. L'autre axe marque la *dégradation spécifique* en tonnes par kilomètre carré : c'est l'érosion annuelle ou le taux d'abrasion. Le rapport entre ces deux paramètres représente *la turbidité* en kilogrammes par mètre cube : c'est la quantité de terre acheminée vers l'aval, au fil de l'eau.

Ainsi que l'observe l'auteur « le procédé graphique est expressif, il apporte quelque soutien matériel et donc jette quelque clarté sur l'écheveau de faits entremêlés, si déroutant de prime abord ». Il est apparent que le graphique présenté dans cet article permet d'esquisser une classification de bassins et, notamment, de délimiter le domaine méditerranéen.

ASPECTS ET ÉTAPES DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN FRANCE (Suite)

XXVI — LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU MOYEN AGE

M. R. Delatouche. — Traiter de la recherche agronomique au Moyen-Age paraîtra de prime abord paradoxal. On n'y peut en effet nommer à peu près aucun chercheur, dater et attribuer précisément aucune découverte importante, ne citer qu'un nombre infime d'ouvrages techniques.

Alors que le Moyen-Âge a produit les ouvrages de théologie, de philosophie, les œuvres historiques ou proprement littéraires par milliers, alors que l'activité intellectuelle y a été intense, on compterait sur les doigts de la main les livres ou opuscules qui s'offrent à l'érudit désireux de connaître la technique agricole médiévale. Quand on a énuméré pour l'Europe occidentale le capitulaire *de Villis* de Charlemagne ou de son successeur immédiat, deux ou trois traités anglais assez proches parents dont celui contenu dans la *Fleta* de la fin du XIII^e^ siècle, les *Profits champêtres* de Pierre de Crescens au XIV^e^ et le *Bon berger* de Jehan de Brie, traduit ou écrit à la demande de Charles V, quand on y aura joint quelques traités d'art vétérinaire, on a fait à peu près le tour du sujet. Et encore le plus copieux de ces ouvrages, celui du Bolonais de Crescens contient-il peu de notations originales au milieu d'innombrables citations des anciens : Caton, Varron, Columelle, Pline le Naturaliste, Palladius.

Les manuscrits de ces anciens sont eux-mêmes fort rares. On dépouille les catalogues des principales bibliothèques monastiques de Normandie sans en rencontrer aucun, et pourtant ces monastères étaient d'importants centres agricoles.

Malgré cela l'agriculture et l'élevage ont, à certains moments de cette période, atteint un degré élevé de perfection. Quelques chiffres en donneront l'idée. Le territoire actuel de la France, à la fin du XIII^e^ siècle, était peuplé au minimum de 22 millions d'habitants — autant qu'au milieu du XVIII^e^ siècle — et ces habitants étaient pourvus en nourriture, boisson, vêtement, teinture, éclairage, chauffage, force motrice, logement, moyens militaires, moyens de transports, etc., à l'aide à peu près exclusive des produits de la terre et des eaux de France et cela sans aucun adjuvant chimique. La France trouvait encore le moyen d'exporter des quantités notables de produits. Pour n'en citer qu'un, le vin : pendant le premier tiers du XIV^e^ siècle, le seul port de Bordeaux exporte une moyenne annuelle de 747 000 hectolitres alors que la France de 1950 toute entière par toutes issues n'en a exporté que 900 000.

Et cependant la production est suffisante pour laisser une part importante aux activités non rentables, constructions militaires et surtout religieuses : que l'on pense au nombre de journées de travail que représente, avec les moyens du temps, la construction des cathédrales

de Paris, Bourges, Reims, Amiens, Laon, Chartres, etc., avec les monuments qui les ont précédés et que l'on démolit avec une prodigalité inouïe, sans compter les édifices de moindre envergure. A la fin du XIIIe siècle, le besoin de lois somptuaires se fait sentir.

L'agriculture susceptible de porter à elle seule une telle civilisation ne pouvait qu'être une agriculture brillante, et comme on ne trouve rien qu'on n'ait cherché ou qu'on soit au moins disposé à reconnaître, la recherche agronomique, sans être l'œuvre de spécialistes, sans être dotée d'une méthode précise, s'y exerçait néanmoins avec le succès que démontrent les faits.

Sa méthode est l'empirisme qui a fait ici-même l'objet d'une discussion.

L'empirisme s'oppose à la méthode scientifique moderne en ce que, partant comme elle de l'expérience, il se borne à enregistrer la succession des phénomènes, la dépendance mutuelle qui semble les lier, sans chercher à dégager de ces relations une théorie générale, laquelle, vérifiée, confirmée au moins provisoirement par des expériences systématiques aurait valeur explicative, deviendrait le point de départ de raisonnements générateurs de nouvelles expériences et de nouvelles découvertes.

Non pas que dans les anciens traités d'agriculture, comme celui de Pierre de Crescens, il ne soit fait une large place à la théorie. Bien au contraire, et c'est justement ce qui aujourd'hui nous rebute et nous semble un fatras. Mais cette théorie est un *a priori* philosophique, hérité sans critique des anciens, privé de base expérimentale, que l'on essaie tant bien que mal d'adapter aux constatations d'expérience, d'utiliser pour expliquer rationnellement ces constatations d'expérience.

Toutefois il reste l'expérience et comme l'agriculture n'est pas un jeu de l'esprit mais un art essentiellement utilitaire, c'est au stade du résultat que s'opère la critique : quelle que soit la fragilité, l'irréalisme de l'hypothèse, l'empirisme dégage et conserve des recettes qui, dans des conditions comparables, réussissent.

Il en est de l'agriculture médiévale comme de la médecine chinoise dont les présupposés semblent bien du domaine du rêve, mais qui n'en contient pas moins nombre de règles efficaces.

L'architecture offre un autre point de comparaison. Si nous n'avions ni les cathédrales, ni même les outils, mais seulement la somme de la science théorique des architectes, dont nous ignorons le plus souvent jusqu'au nom, l'opinion sur les monuments médiévaux serait bien défavorable. « Une vanité enfantine, née au XIXe siècle, écrit M. du Colombier, nous fait croire que pour élever de grands monuments, il faut connaître les lois de la résistance des matériaux et la répartition des efforts. Grâce à Dieu, il n'en est rien et, pendant des siècles, on s'est fort bien passé de tout cela... L'expérience, plus ou moins codifiée en recettes empiriques, y suppléait. » Expérience chèrement acquise, voûtes qui s'effondrent, murs qui s'écartent, voir Cluny ou Beauvais, mais rien ne semble coûter à cette époque débordante de vie.

Autre exemple des résultats, pour nous surprenants, de l'empirisme, la métallurgie du haut Moyen Age, l'œuvre de ces vieux forgerons dont les épées ont brisé la puissance romaine. En utilisant les techniques modernes, M. Salin a reconnu la qualité exceptionnelle de leurs aciers, expliqué scientifiquement, essayé à nouveau des procédés dont la description dans les anciennes Sagas paraissait, jusqu'à lui, fantastique.

Comment opère la recherche agronomique au Moyen Age? Elle est essentiellement le fait des praticiens. Il n'y a point d'instituts organisés; s'il y a eu des chercheurs spécialisés, ils n'ont pas laissé de traces. Il y a par contre la multitude des exploitations grandes et petites où, dans les périodes de développement, travaille, observe, réfléchit, expérimente adapte tout un peuple ouvert à la vie, aidé et poussé à la fois par l'expansion démographique.

Ces praticiens, ce n'est pas une classe sociale à part, enfermée dans

une activité caractéristique, vivant en marge de la société, comme c'est un peu le cas aujourd'hui.

Tout le monde est peu ou prou, directement ou indirectement, temporairement ou continûment, praticien agricole. L'agriculture au sens large est, avec la pêche, la base de toute l'activité économique, le berceau de toutes les familles. Il n'est personne dans la hiérarchie médiévale qui, d'une façon ou de l'autre, n'ait quelque lien personnel avec l'activité agricole, n'ait été élevé dans une ambiance agricole, n'ait des occupations, des connaissances, des intérêts, une curiosité agricoles.

Les évêques, les abbés sont de grands propriétaires fonciers, affrontés à la gestion de larges domaines, à la mise en valeur, à la conservation de la terre, aux défrichements, aux irrigations, aux drainages...

Les rois et les seigneurs trouvent dans la terre l'assise de leurs finances, de leur puissance politique et militaire. Le guerrier dépend de son cheval, est un éleveur de chevaux Les marchands sont d'origine rurale, trafiquent de produits agricoles, possèdent des fermes, placent leurs disponibilités en baux à cheptel, se retirent sur leurs terres, investissent en travaux ruraux. Les villes elles-mêmes sont pénétrées de vie rurale.

On note justement comme un indice et un facteur du renouveau agronomique moderne, l'intérêt porté à l'agriculture par les élites sociales. Au Moyen Age, les élites sociales sont immergées dans la vie rurale. Et les élites sociales, ce ne sont pas seulement les classes supérieures de la société. Il y a une élite paysanne dont la présence se révèle dans la vie communale et à laquelle les possibilités d'ascension sont largement ouvertes. Jean de Brie, l'auteur du *Bon berger*, à 8 ans gardait les oies de son père : après avoir suivi les cours de l'Université de Paris, il finit comme intendant d'un conseiller de Charles V qui le présente à son maître. Avant lui l'illustre abbé de Saint-Denis, Suger, conseiller de deux rois, était sorti de l'origine la plus modeste.

La philosophie dominante, consciente de l'existence d'un ordre naturel, soumise à cet ordre, imprégnée de réalisme, favorise l'esprit scientifique de soumission au fait.

La lenteur des travaux et des déplacements, rythmée sur le pas des animaux ou la force de l'homme, l'absence des distractions frénétiques de notre vie moderne, sont propices à l'observation, à l'attention, à la réflexion, comme la rareté de l'écriture développe la mémoire.

Le grand instrument du progrès ainsi laissé au hasard des essais et découvertes individuels, c'est ce que nous appellerions l'agriculture comparée. Tout un ensemble de circonstances en font une discipline exercée sur une vaste échelle.

Les corvées de transport à la charge des vilains les entraînent souvent très loin de leur lieu d'origine. Politiques, administrateurs, chefs de guerre, commerçants profitent de leurs voyages et de leurs relations. Érudit, Pierre de Crescens a lu les anciens où il a pris, à côté de fables, d'excellents enseignements. Dans sa vie de juge et d'administrateur il a aussi beaucoup vu et son livre est parsemé d'exemples observés au cours de ses déplacements.

Bureau de la Rivière, le conseiller favori de Charles V, remarque des laitues en passant par Avignon; il en rapporte des graines à Paris : c'est l'origine de la laitue d'Avignon.

Les « princes » ont des domaines dans des régions très diverses. Saint Bertrand, évêque du Mans de 586 à 616, d'une famille partie aquitaine partie franque, a des terres dans tout l'Ouest depuis Bordeaux jusqu'en Bretagne, en Normandie, dans le Parisis, l'Orléanais et le Berry, en Lorraine et dans le sud du Massif central, en Limousin et en Bourgogne, etc. Il les gère lui-même, les connaît directement. Son testament mentionne dans les améliorations tout ce qui est son fait propre : vignes plantées, villages construits, etc. Ses legs montrent le soin qu'il apportait à l'élevage des chevaux qui faisaient l'objet d'échanges, de dons, d'achats avec ses amis et connaissances.

Possédant des domaines dans toute l'Europe occidentale circulant sans cesse de l'un à l'autre, Charlemagne le *vagabundus Karolus* des chroniques, est par la force des choses un expert en agriculture comparée. Il a remarqué quelque part l'utilité du labour de juin, entre le labour de fond du printemps et le labour précédant directement les semailles, destiné à détruire les mauvaises herbes et à conserver la fraîcheur du sol. Pour en rappeler l'époque, il introduit dans le calendrier un nom nouveau pour le mois de juin, Brachmanoth, le mois du labour de la jachère. La coutume s'en maintiendra pendant tout le Moyen Age, dans les domaines bien tenus, sous le nom de rebinage.

Suger est fier de sa gestion agricole au point d'y consacrer un livre : *De administratione sua.*

L'ordre cistercien où le travail agricole est moyen d'ascèse, où affluent les esprits les plus éminents du siècle, avec ses établissements répandus dans toute l'Europe, communiquant fréquemment entre eux, échangeant des sujets, est par là-même un merveilleux instrument d'agriculture comparée, comme du reste les autres grands ordres : au début du XIV^e^ siècle, il y a 9 000 maisons du Temple pourvues le plus souvent d'une exploitation en faire-valoir direct.

L'influence de Cîteaux se retrouve encore aujourd'hui dans le paysage modelé par ses travaux, dans le vocabulaire : le vocabulaire botanique de la Suède en témoigne.

Pour répandre autour d'eux les pratiques ainsi observées, pour les éprouver à nouveau, les adapter et les perfectionner, en trouver de nouvelles, les dirigeants agricoles disposent d'un excellent moyen de vulgarisation, dirait-on aujourd'hui, avec le mode d'exploitation. Les réserves seigneuriales, les granges cisterciennes constituent des « fermes-pilotes ». Les jardins, en particulier, jouent le rôle de laboratoires, comme l'a bien montré M. Daniel Faucher.

Une des premières mentions de la culture du safran en Occident se trouve dans une ode du milieu du XI^e^ siècle adressée par l'évêque de Salerne à un moine du Mont-Cassin, où il montre son correspondant cultivant le crocus dans le jardin du monastère.

Le travail de la réserve au moyen des corvées des tenanciers en fait une véritable école d'application. La discipline de culture collective dans les zones de champs ouverts oblige les plus récalcitrants à adopter les nouvelles méthodes. Le bail à cheptel, le métayage jouent un rôle analogue.

Le pouvoir seigneurial s'exerce pour assurer les pratiques judicieuses. Certaines banalités, dont on ne retient que le caractère fiscal ou protecteur des intérêts particuliers du seigneur, ont pu avoir à l'origine un sens et une influence techniques remarquables : le taureau banal, par exemple, dont le principe, toujours en usage dans certains domaines formés de plusieurs métairies, se retrouve aujourd'hui dans la réglementation de la monte publique. De même le ban de vendange destiné à assurer une cueillette en temps convenable pour la qualité du vin.

Ce travail dont nous voyons bien comment il s'exécutait, nous ne pouvons le saisir avec précision qu'au hasard de documents dont aucun n'a pour but de le décrire; le plus souvent les résultats seuls permettent de le deviner.

C'est par exemple l'apparition du fer à cheval, de l'étrier, du collier d'épaule, du palonnier, de l'avant-train tournant dont M. Roger Grand a entretenu l'Académie il y a quelques années; de la grande charrue normande; ou encore de cette curieuse moissonneuse de la Gaule du Nord dont on vient de retrouver en Belgique une représentation et qui disparut à la fin de l'Empire romain.

Antérieurement au XII^e^ siècle boire du cidre est un indice de l'esprit de pénitence des saints personnages; un étranger auquel on en offre en Normandie se croit empoisonné. Puis voici que le poète Guillaume le Breton chante le Pays d'Auge, les fruits rouges de ses pommiers, son cidre mousseux, *sicereque tumentis Algia potatrix.*

Le cidre se substitue à la bière en Normandie et dans l'Ouest. Indice de l'introduction de nouvelles greffes et de nouvelles façons.

Dans l'épopée de la vigne, retracée par M. Dion, on souligne les influences commerciales, religieuses, l'action des princes. Cela ne doit pas faire oublier les patientes recherches des vignerons. Çà et là un compte, un acte de vente signalent par exemple des importations de plants de choix : dans le Maine et l'Anjou, au XIIIe siècle, on mentionne fréquemment des vignes bordelaises. Pierre de Crescens indique un outil de son invention pour le travail de la vigne.

Les comptes de l'abbaye anglaise de Ramsey montrent à la fin du XIIIe siècle une brusque substitution de l'orge et des légumineuses à l'avoine. Alors que l'avoine avait des rendements misérables de l'ordre de 2 pour 1, l'orge monte à 6 pour 1 et parfois bien au delà, et si les pois ont de faibles rendements, on s'est toutefois rendu compte de leur fonction fertilisante.

D'une étude sur les assolements variés usités dans les différents domaines de Ramsey, il résulte que l'on s'y rendait compte avec précision des aptitudes diverses des sols. Les semences proviennent de cultures spéciales dans des champs choisis et soignés particulièrement; elles font l'objet d'achats et de ventes à l'extérieur.

Grâce à des pratiques de ce genre, on obtient souvent des rendements très élevés : à Gosnay-en-Artois, de 1333 à 1336, les blés d'hiver rendent en moyenne 13 pour 1, soit aux environs de 26 quintaux à l'hectare. D'une façon générale, au XIIIe siècle, les rendements sont supérieurs, au moins égaux à ceux du milieu du XIXe.

Dans les Flandres et les Pays-Bas, un paysannat intelligent et laborieux, aiguillonné par la demande des villes et de l'industrie, anime un véritable foyer de progrès. La culture continue y apparaît de bonne heure.

De l'Orient viennent de nouvelles espèces ou variétés qui ont gardé dans leur nom le souvenir de leur origine : par exemple, l'échalotte (d'Ascalon en Phénicie), l'abricot (de l'arabe albirkouk), etc., les roses de Provins, pourpres et parfumées, qui sous forme de pétales séchés et d'eau de rose, sont objet de commerce à la foire de Provins.

La pratique des croisements dans les espèces animales est très répandue et les reproducteurs viennent parfois de fort loin. En 1153, le prieur de Clairvaux importe d'Italie 10 buffles; en 1213 le Vicomte de Rohan introduit en Bretagne 9 étalons arabes à lui donnés par le Soudan d'Égypte; dans les domaines artésiens de Thierry d'Hirson en 1332 on rencontre des brebis des Indes, sans doute de Cachemire; dans les métairies mancelles de la dame d'Olivet, en 1337-1338, des brebis et un taureau d'Espagne, des brebis de la Grande-Chartreuse; chez le châtelain de Tilly, en Normandie, des juments et des brebis d'Angleterre et encore des brebis et des chèvres de Séville. Le succès des moutons d'Espagne est dû à l'introduction au début du XIVe de Mérinos d'Afrique du Nord, grâce à quoi les laines espagnoles concurrencent les laines anglaises.

Tous ces détails révèlent une intense recherche du progrès. C'est grâce à une sélection habile que les abbayes cisterciennes anglaises se créent de véritables marques d'origine pour leur laine.

Ce n'est pas non plus sans travail que l'on arrive à obtenir, au XIIIe siècle, pour les poules, une production moyenne annuelle de 128 œufs, norme indiquée par un manuel anglais à l'usage des propriétaires soucieux de contrôler leurs gérants.

Sur les connaissances de l'époque, les traités réservent parfois d'heureuses surprises quand on réussit à franchir la barrière de la terminologie. La *distamatose*, maladie du foie des bovins et moutons, causée par la douve, a été longtemps attribuée à une plante des terrains humides et le mot douve désigne au XVIe siècle la renoncule des marais. C'est au XIXe qu'on a reconnu l'action d'un ver trématode au cycle compliqué dont la larve se multiplie dans un mollusque du genre limnée. Cependant au Ve siècle le mot douve désigne un petit ver et dans la *Fleta*, au XIIIe,

figure l'indication suivante : « Entre les deux fêtes de la Bienheureuse Marie aux mois d'août et septembre, les brebis peuvent tomber malades lorsqu'elles sont conduites dans un pâturage malsain ou lorsqu'elles avalent soit un certain brouillard qui tombe parfois à cette époque, soit des tortues blanches, *per commestum albarum testudinum.* » Les tortues blanches semblent bien désigner la limnée avec sa coquille blanchâtre de 10 à 15 millimètres, ce qui laisse à penser que l'on avait déjà observé la relation entre la maladie et la présence des limnées.

Toutefois, le vice de l'empirisme, c'est que les résultats sont liés à la valeur personnelle de celui qui utilise les recettes, à son sens critique. Aucune idée générale valable n'oriente l'action, ne permet de déceler *a priori* les variations des conditions de l'expérience. Dès que le niveau intellectuel s'affaisse, la rigueur de l'expérience initiale s'estompe, les conditions de la réussite effective s'oublient, les circonstances insignifiantes prennent le pas sur l'opération fondamentale. L'empirisme dégénère en routine.

Pline l'Ancien l'avait souligné lorsqu'il comparait à la prospérité passée le délabrement agricole de son temps : « Quelle était la cause de l'antique fertilité de la terre? Était-ce parce que dans ces temps la terre était cultivée par la main même des généraux, se plaisant comme il est naturel de le supposer, à être ouverte par un soc orné de lauriers, guidé par un laboureur honoré du triomphe, ou parce que ces hommes labouraient leurs champs avec les mêmes soins qu'ils plantaient un camp et semaient leurs grains avec l'attention qu'ils mettaient à ranger leurs armées en bataille? »

Comme l'absence d'une théorie rationnelle empêche la systématisation des résultats acquis, que les livres rares ne sont que collections de recettes, que la mémoire joue le rôle principal, il faut repartir à zéro.

Cela explique les oublis, les pertes dont est jalonnée l'histoire de l'agriculture. Nous avons vu le cas de la douve. Il y en a d'autres. Le sarrasin était connu de la préhistoire néerlandaise : il ne réapparaît en France qu'au milieu du xv^e^ siècle. La Princesse de Vix, au vi^e^ siècle avant notre ère possédait un char à avant-train tournant; l'avant-train tournant sera oublié jusqu'à la fin du Moyen Age; la moissonneuse gauloise à barre de coupe frontale ne ressuscite que de nos jours.

Cela explique aussi que les écrits les plus notables voient le jour dans les périodes de crise, quand il apparaît nécessaire, devant la décadence agricole, de retrouver les fruits de l'expérience passée, d'en faire la somme.

Charlemagne lutte contre la décadence intellectuelle qui rendra vain son rêve de restauration. Charles V cherche à réparer les ruines de la Grande Peste et de la première phase de la Guerre de Cent ans. Henri IV convie encore à une œuvre de restauration Olivier de Serres qui appartient à la veine médiévale.

Tel qu'on peut le reconstituer, l'empirisme médiéval n'est cependant pas un simple objet de curiosité. Si on lui applique la critique scientifique moderne, il peut devenir le point de départ de nouvelles recherches, de nouvelles orientations, signaler aussi certains risques.

Chaque jour nous voyons remises en question des théories qui paraissaient bien assises. Il y aura toujours plus de choses sur la terre et dans les cieux que dans toute notre philosophie. On ne peut faire fi de la masse d'expériences que constitue une agriculture prospère pendant plusieurs siècles.

Pasteur, étudiant les maladies du vin, attachait la plus grande importance aux pratiques traditionnelles des vignerons. Aujourd'hui la Chine, désireuse de réduire ses achats pharmaceutiques à l'extérieur, charge ses savants de passer au crible de la logique scientifique les recettes de sa médecine traditionnelle. La quête, au dire du P^r^ Huard, est fructueuse.

L'agronomie contemporaine ne perdrait pas son temps à suivre cet exemple.

XXVII — LE CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES (Période actuelle)

M. Raymond Février. (*). — En 1949, l'Institut national de la Recherche agronomique commence à doter les recherches concernant la production animale des moyens qui, jusque-là, lui avaient fait défaut. Un domaine est acquis à Jouy-en-Josas; une dizaine de chercheurs, jusqu'alors dispersés, s'y regroupent et le Centre national de Recherches zootechniques est officiellement créé en janvier 1951. Depuis lors, il a pris progressivement sa physionomie actuelle.

Son œuvre, probablement la plus importante, concerne la formation des hommes. Actuellement près de 90 chercheurs travaillent à Jouy, issus des formations les plus diverses. La plupart des anciens ont appris leur métier de chercheur dans les laboratoires dépendant du C.N.R.S., de l'Institut national agronomique, du Collège de France, de la Faculté des Sciences, auxquels ils doivent beaucoup. Actuellement l'équipement du Centre national de Recherches zootechniques permet de recevoir les débutants qui effectuent, en outre, de nombreux stages à l'extérieur et suivent différents enseignements. Cette formation constitue une préoccupation prioritaire : elle est conçue avec le souci de permettre l'utilisation des connaissances et des méthodes scientifiques à la résolution de problèmes agronomiques correctement posés. Ainsi, leurs préoccupations scientifiques ont-elles conduit plusieurs chercheurs à « s'engager » dans les divers courants de pensée qui concernent l'orientation et l'évolution de l'agriculture française.

Parallèlement à l'accroissement des effectifs, une spécialisation des laboratoires s'est effectuée, groupant les chercheurs autour de certaines disciplines scientifiques (microbiologie, biochimie, physiologie, génétique, etc.), ainsi qu'autour de certains problèmes agronomiques (production avicole, production de la viande, élevage des différentes espèces, transformation du lait et de la viande, etc.). Cette double structure, analytique et synthétique, créée d'abord empiriquement, tend à devenir progressivement plus rationnelle au fur et à mesure que les effectifs sont accrus et que l'expérience acquise permet une meilleure orientation des activités.

Le fonctionnement matériel a posé des problèmes difficiles par leur ampleur et par leur nouveauté. En effet, la taille de la plupart des animaux étudiés exige, pour leur entretien et pour leur utilisation expérimentale, un personnel et des installations qui n'ont pas leur équivalent dans les domaines classiques de la biologie : au même titre qu'une ratte, une vache constitue une unité biologique. Elle fournit, par contre, beaucoup moins d'informations, à cause de son cycle de reproduction plus long et de sa fécondité plus faible et exige des investissements dépassant le million d'anciens francs, ainsi qu'un personnel important (vachers, ouvriers de culture, transports, préparation des rations, abattage, vente et services financiers) qui peut être estimé à 0,2 personne par sujet. Cette disparité permet de comprendre pourquoi, malgré des moyens apparemment importants en valeur absolue, la plupart des recherches ne peuvent être poursuivies à un rythme normal. Relevons un seul exemple : la génétique des porcs ne dispose que de 50 truies, alors que certains laboratoires américains homologues travaillent sur plus de 2 000!

Malgré les charges considérables de cette mise en route, l'activité scientifique n'en a pas, pour autant, été négligeable; elle a permis de sérieux progrès dans des domaines aussi variés que la fécondation, le rôle de la flore digestive et le mode d'action des antibiotiques, l'anatomie musculaire, la signification de certaines fractions de la caséine et de

(*) Sur l'invitation du Bureau, cette communication est faite personnellement par M. Février, directeur de la Station de Recherches sur l'Élevage à Jouy-en-Josas.

certains nucléotides dans le lait, l'utilisation des fourrages par les ruminants, pour n'en citer qu'un petit nombre. D'ores et déjà un certain nombre de techniques agronomiques résultent des travaux du C.N.R.Z., par exemple le sevrage à sec des veaux, l'emploi rationnel des antibiotiques, les méthodes de sélection des volailles sur leurs caractères économiques, le paiement du lait selon sa teneur en matières azotées et ses qualités bactériologiques. Plusieurs colloques internationaux se sont tenus à Jouy-en-Josas et, dans certains domaines, nos chercheurs ont acquis un niveau international qui attire au Centre des stagiaires français et étrangers de plus en plus nombreux. Près de 25 chercheurs ne dépendant pas de l'I.N.R.A. travaillent à Jouy, dont environ 15 étrangers. Par ailleurs, un certain nombre de nos travailleurs ont quitté l'I.N.R.A. pour l'enseignement supérieur universitaire et agricole; d'autres apportent, à temps partiel, leur concours pour différents enseignements spécialisés (Faculté des Sciences, Institut Pasteur, Centre national de Coordination des Études et Recherches sur l'alimentation et la nutrition, Enseignement supérieur agricole et vétérinaire). Parallèlement à cet échange permanent d'idées et d'hommes avec les organismes scientifiques, le C.N.R.Z. a pu assurer des contacts fréquents avec le monde agricole qui l'ont conduit à souhaiter la création de la Section d'Application de la Recherche à la Vulgarisation.

Le C.N.R.Z., âgé de 10 ans, est actuellement délivré, pour une part, des problèmes de mise en route qui lui étaient posés jusqu'à présent. Il peut envisager une nouvelle phase de son expansion, dans un cadre décentralisé, et pourra ainsi jouer plus aisément le rôle qui lui est dévolu vis-à-vis d'une production dont le chiffre d'affaires dépassera 25 milliards de nouveaux francs.

M. Chombart de Lauwe. — N'y avait-il pas avant la guerre et n'y a-t-il pas encore un retard des techniques de la production animale en France? Pour le démontrer, il suffit de jeter un coup d'œil sur les statistiques de production animale et de les comparer avec celles des pays européens avancés comme le Danemark, les Pays-Bas, l'Angleterre, etc. De plus, la création du Centre correspond à l'importance de plus en plus grande de la production animale dans la production agricole française, soit 64 p. 100 en valeur en 1960. Le Centre satisfait donc de réels besoins.

D'autre part, un travail récent, publié par la Commission économique européenne des Nations Unies à Genève concernant la situation de l'agriculture européenne en 1965, indique qu'un seul produit ne sera pas en excédent : la viande de bœuf et de veau. Pour tous les autres produits, il y aura des surplus européens. Point de doute que nous soyons bien placés pour prendre une place importante dans le développement de la production bovine...

Je voudrais donc demander à M. Février comment il envisage, pour l'avenir, une coopération entre le Centre national de Recherches zootechniques et les autres services de la recherche agronomique chargés des questions économiques, pour mettre au point des méthodes afin d'abaisser le prix de revient des produits animaux en général (et spécialement des viandes de bovins) pour les rendre compétitifs dans le cadre international?

M. Février. — La plupart des recherches qui ont été réalisées à Jouy sont relativement récentes, quant à leur début, et davantage encore quant aux résultats.

Jusqu'à présent, nous nous sommes efforcés de résoudre quelques problèmes, les plus simples naturellement.

Le problème auquel vous faites allusion est évidemment complexe et il n'a pas été abordé à fond comme vous le savez. Nous espérons cependant pouvoir donner à votre question une réponse plus satisfaisante. Il est question en effet de créer un Centre de recherches plus synthétiques,

orientées vers la production bovine et où probablement les différentes disciplines de l'I.N.R.A. seraient représentées, groupées, autour des problèmes soulevés par cette production.

Là je pense que les différentes disciplines « scientifiques » et les économistes pourraient se retrouver pour conjuguer leurs efforts, et pour procéder à des études vastes, comme celles auxquelles vous faites allusion.

Présentation d'ouvrage :

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA VÉGÉTATION DE LA RÉGION DE NIMES

par **J. P. Barry** (*)

M. P. Vayssière. — J'ai l'honneur de déposer pour notre bibliothèque, au nom de l'auteur et du périodique, cet ouvrage qui nous apporte une étude approfondie des garrigues de Nîmes et plus particulièrement de la vaste combe connue sous le nom de la Vaunage.

Après un important chapitre consacré à la géologie, à la climatologie et à l'historique de l'occupation humaine de la région, l'auteur en aborde l'étude botanique qu'il divise en deux grandes sections : d'une part l'évolution postculturale comprenant les friches, les stades postculturaux, les stades pré-forestiers et les stades forestiers; d'autre part l'évolution postforestière de la végétation dans laquelle sont envisagées successivement la distribution géographique en Vaunage de *Quercus ilex* et *Q. pubescens* et par ailleurs les dégradations anthropiques de la chênaie mixte : le feu et l'érosion.

M. Barry est l'élève de notre Confrère Kuhnholtz-Lordat qui a dirigé ses recherches fondées sur « la parcelle cadastrale » ce qui permet à la fois des recherches phytosociologiques et des recherches historiques sur l'âge et la durée des groupements végétaux. L'auteur a en outre mis au point une méthode d'investigations, basée sur les Compoix-Registres royaux de la Taille, et le Cadastre, registres fonciers situant, à l'échelle du lieu-dit ou de la parcelle, la position exacte des composants de l'équilibre agro-sylvo-pastoral. Il analyse toutes les vicissitudes économiques qui, dans le cours des temps, ont modifié très profondément cet équilibre et ont fait apparaître et disparaître divers groupements de végétaux.

Je ne peux songer à donner ici les conclusions originales de ce mémoire qui a mis en œuvre une documentation historique, botanique, agronomique, extrêmement riche et qui fait ressortir le rôle considérable de l'homme dans la destruction ou la modification de la végétation. On peut dire qu'il en est le principal élément et qu'il est le grand responsable de l'état actuel d'un grand nombre de groupements végétaux.

Je pense qu'un tel ouvrage doit être retenu par la section en vue d'une récompense.

L'ÉCLAIRCISSAGE CHIMIQUE DES FRUITS (Pommiers)

M. P. Lorne. — Les méthodes actuellement pratiquées en arboriculture fruitière, formes libres des arbres, alimentation copieuse en eau et en matières fertilisantes, traitements antiparasitaires soignés et efficaces concourent toutes à augmenter la fertilité et posent au praticien le problème de la limitation du nombre des fruits produits afin de conserver

(*) *L'Année biologique*, LXIV, t. 36, 7-12, 309-548, 30 pl., 39 fig., Paris, 1960.

à ceux-ci un calibre commercial et de ne pas surcharger abusivement la charpente des arbres.

Les différentes opérations qui permettent d'éliminer un certain nombre de fruits en cours de végétation portent le nom d'éclaircissage.

Traditionnellement l'éclaircissage se pratique à la main, soit avec des ciseaux à vendange soit avec les doigts. C'est une opération longue et fastidieuse qui doit être exécutée en un laps de temps aussi court que possible après la période de la chute physiologique de juin et avant que les fruits n'aient atteint un volume trop important. Les problèmes de main-d'œuvre qui en résultent sont souvent difficiles à résoudre car certaines variétés requièrent plus de temps de travail pour l'éclaircissage qu'il n'en faut pour effectuer la cueillette.

Il est naturel dans ces conditions que l'on n'ait recherché à diminuer cette pointe de main-d'œuvre en brûlant ou en faisant avorter chimiquement une partie des fruits.

Les premiers essais ont été effectués aux États-Unis à l'aide de colorants nitrés pulvérisés sur les fleurs alors que la floraison n'est encore que partielle. Les organes floraux des fleurs ouvertes sont brûlés et seules demeurent les fleurs non encore épanouies au moment du traitement. Cette méthode encore en usage dans certains vergers de l'Ouest des États-Unis est en France d'une application à la fois difficile et dangereuse. Elle nécessite une intervention faite à une époque extrêmement précise parfois différente d'un sujet à l'autre et elle requiert absolument un temps sans pluie pendant deux à trois jours après les traitements afin que le dinitrocrésol pulvérisé sur l'arbre, remis en solution par la pluie, ne vienne pas brûler pistils et étamines des fleurs à conserver. Cette méthode présente de plus l'inconvénient de provoquer des brûlures aux organes végétatifs et de conserver les fleurs qui s'épanouissent les dernières et qui produisent les moins beaux fruits.

L'emploi des phytohormones en remplacement des colorants nitrés remonte à la fin de la guerre. Cette méthode a été mise au point et expérimentée aux États-Unis. Différents produits ont été employés en particulier l'acide naphtylacétique.

C'est le produit utilisé pour lutter contre la chute des fruits avant la cueillette que nous avons employé de 1952 à 1956 pour réaliser nos premières expériences. Celles-ci portèrent d'abord timidement sur quelques branches puis sur quelques arbres. Elles nous ont permis de mettre au point une méthode pratique de travail que nous employons de façon systématique depuis 1958 sur nos 30 hectares de vergers de pommiers.

***

Des comptages nombreux effectués chaque année et particulièrement en 1956 nous ont amené à faire les trois constatations fondamentales suivantes qui permettent de comprendre le mécanisme de l'action de l'acide naphtylacétique (tabl. ci-contre).

1° L'éclaircissage est proportionnel à la concentration en acide naphtylacétique.

2° Le nombre de bouquets portant plusieurs fruits diminue avec la concentration.

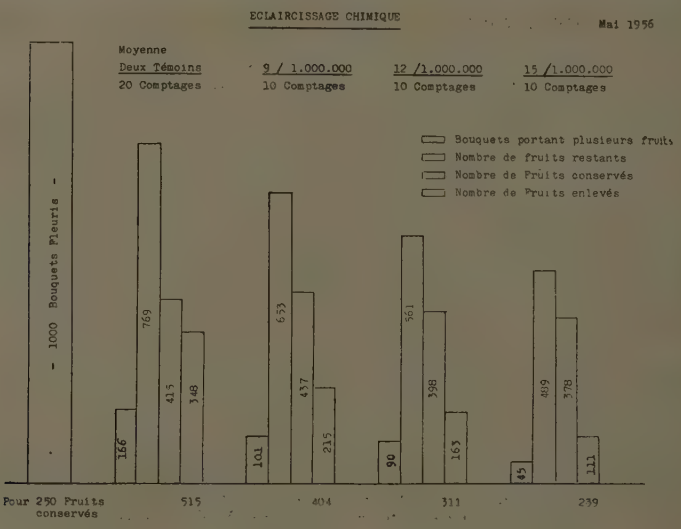
3° L'éclaircissage est d'autant plus efficace que l'arbre porte plus de fruits. Il est presque nul sur les arbres ne portant que quelques fruits.

Pour comprendre ces résultats et pour pouvoir mener l'opération de façon systématique il faut étudier tout d'abord le mécanisme de la chute physiologique de juin.

Lorsque l'on examine de près les phénomènes de fécondation, de nouaison et de chute physiologique on constate que seuls les fruits fécondés

nouent et que les autres sont éliminés une à deux semaines après la floraison. Sur certaines variétés telles que Belle de Boskoop à 5 ou 10 p. 100 seulement des fleurs nouent alors que d'autres variétés, Golden Delicious en particulier, peuvent nouer à 90 voire 95 p. 100. Dans le premier cas peu de fruits sont éliminés en juin alors que dans le second la chute physiologique naturelle peut atteindre 25-50-75 et même 90 p. 100 des fruits portés par l'arbre.

Par un phénomène de concurrence les fruits les plus vigoureux éliminent les plus chétifs en absorbant à leur profit les éléments nutritifs nécessaires à la croissance de leurs ovules. Les ovules des fruits les moins



vigoureux s'atrophient et ne secrètent plus les hormones qui conditionnent la croissance des fruits, ces derniers jaunissent, se dessèchent et tombent finalement en juin.

Certains phénomènes atmosphériques tels que sécheresse, période froide peuvent augmenter la chute physiologique, ils constituent ce que les praticiens appellent des arrêts de sève pendant lesquels la concurrence entre les fruits est particulièrement sévère.

Employé quelques jours après la nouaison lorsque les jeunes fruits ont la taille d'un pois l'acide naphtylacétique à des doses variant de 10 à 20 millionièmes agit sur les jeunes fruits comme une substance de croissance en augmentant considérablement leurs besoins instantanés Il s'en suit une concurrence accrue entre les fruits provoquant l'avortement des ovules de certains fruits et augmentant la chute physiologique de juin selon le processus naturel. Le tableau ci-dessus indique que pour 1 000 bouquets fleuris sur Reine des Reinettes un traitement d'acide naphtylacétique à la dose de 15 millionièmes a permis d'éliminer un tiers des fruits par rapport au témoin mais, ce qui est plus intéressant encore, de ramener de 46 p. 100 à 10 p. 100 le nombre des bouquets portant plusieurs fruits. Ces chiffres montrent l'économie de main-d'œuvre qu'il est possible de réaliser grâce à cette méthode. De plus la méthode se basant sur la vigueur relative des jeunes fruits est sélective et permet de conserver les fruits les plus

vigoureux ce qui a pu être contrôlé par des pesées de fruits faites en juin sur des arbres traités et non traités.

S'il était naturel de penser que les résultats de l'éclaircissage seraient proportionnels à la concentration employée on pouvait à juste titre craindre une efficacité exagérée sur les arbres portant peu de récolte. Cette crainte avait fait éliminer les arbres peu chargés des premiers essais et ce n'est qu'à la suite de nombreuses expériences et de nombreux comptages qu'il a pu être établi que le traitement à l'acide naphtylacétique était d'autant plus efficace que le nombre de fruits portés par l'arbre était plus important et qu'aux doses expérimentées il n'y avait aucun risque de détruire la récolte sur les arbres les moins fertiles. Bien plus en 1959, alors que de très nombreuses chutes de fruits ont été signalées dans de nombreux vergers sur Starking et Richard, il a été constaté que les arbres traités ont conservé plus de fruits que les témoins. Cette remarque rejoint certaines conclusions publiées par Deseymard (*Journal d'Arboriculture Fruitière*, mai-juin 1960) qui signale que l'acide naphtylacétique stimule l'évolution des fruits traités.

Ces différentes constatations permettent actuellement de conduire l'éclaircissage chimique avec des garanties suffisantes pour éviter de détruire la récolte tout en ayant la certitude de diminuer dans des proportions très notables la main-d'œuvre complémentaire qui sera toujours nécessaire pour parachever l'opération.

Il y aura donc lieu de faire varier les doses de produit en fonction de son action probable, c'est-à-dire qu'il faut tenir compte à la fois de l'état de la végétation, de l'importance de la nouaison et des conditions de température et d'humidité.

En particulier il faudra veiller à ne pas employer une dose trop élevée en cas de forte nouaison car l'action pourrait alors être trop importante par température et hygrométrie élevée. Il n'y a par contre aucun risque à traiter avec une forte concentration les arbres portant une faible récolte.

Chaque variété réagit différemment et les concentrations doivent varier avec les différentes variétés. Les variétés les plus sensibles à l'action de l'acide naphtylacétique et qui s'éclaircissent facilement par ce procédé sont celles qui réagissent également le mieux au traitement effectué avec ce même produit de croissance pour lutter contre la chute des fruits en automne.

L'une des principales difficulté réside dans le fait qu'il est impossible de contrôler l'efficacité d'un traitement d'éclaircissage autrement que par des comptages car rien ne différencie les effets dus à l'acide naphtylacétique de ceux provoquant la chute physiologique naturelle. Il est toutefois possible de se rendre compte des résultats obtenus en effectuant des coupes des jeunes fruits et en examinant leurs pépins. Les pépins de certains fruits se dessèchent progressivement alors que les fruits eux-mêmes continuent leur croissance et on peut de la sorte distinguer plusieurs semaines à l'avance les fruits qui seront éliminés et ceux qui demeureront.

Cette différenciation précoce des jeunes fruits au profit des plus vigoureux assure une alimentation plus régulière des arbres et les rend moins sensibles aux arrêts de sève dus à des causes naturelles. Parallèlement elle permet une meilleure alimentation des bourgeons et la transformation des bourgeons à bois en bourgeons à fleur dont la différenciation, comme on le sait, s'effectue dans le mois qui suit la floraison. Agissant à la fois sur les jeunes fruits en en limitant le nombre et sur les bourgeons le traitement à l'acide naphtylacétique effectué après la nouaison est certainement le procédé le plus efficace pour atténuer, sinon supprimer totalement, l'alternance des récoltes.

***

L'intérêt économique de cette méthode étant incontestable il serait souhaitable qu'en dehors d'essais effectués par des particuliers qui souvent ne possèdent ni l'équipement ni les connaissances scientifiques nécessaires les services de l'I.N.R.A. poursuivent activement et publient les résultats de la série d'expérimentation qu'ils ont entreprise à la Grande-Ferrade sur divers espèces fruitières.

Cette condition semble nécessaire pour que les Stations d'Avertissement puissent sans danger conseiller cette pratique et inclure les traitements d'éclaircissage dans la série de leurs avertissements.

M. F. Robin. — Je voudrais souligner le grand intérêt de la communication qui vient de nous être faite.

La plupart des observations de M. Lorne ont été confirmées par celles que j'ai pu être amené à faire moi-même. En particulier je suis très heureux qu'il ait cité ce chiffre, peu connu de ceux qui ne sont pas des techniciens de l'arboriculture fruitière, c'est-à-dire que la main-d'œuvre nécessaire à l'éclaircissage est très souvent l'équivalent de la main-d'œuvre nécessaire pour la récolte.

Or, l'éclaircissage est vraiment une opération essentielle de la production de qualité. Il ne peut pas être question de ne pas éclaircir, même si la dépense de main-d'œuvre paraît lourde.

La seule question que je voulais poser à M. Lorne pour lui permettre de préciser ses observations est la suivante : En fait, il n'y a pas tellement de difficultés dans l'éclaircissage chimique dont on s'était fait des montagnes au début, qui, finalement, est une opération assez facile à réaliser.

Il y a un seul point sur lequel il m'est arrivé personnellement d'avoir quelques accidents, c'est une différence d'action des produits d'éclaircissage chimique entre la base et le sommet des arbres, à tel point même que pour certaines variétés, nous avons pris maintenant l'habitude de faire deux traitements, une première fois avec une certaine dose pour le bas des arbres, et une deuxième fois, avec une autre dose, pour le sommet, parce que l'éclaircissage est beaucoup plus difficile à réaliser au sommet où les fruits paraissent beaucoup plus nourris, où il y a beaucoup plus de sève.

J'aimerais savoir si M. Lorne a eu, de ce côté, quelques difficultés et s'il a trouvé une méthode un peu moins empirique que la mienne pour les résoudre.

M. Lorne. — J'ai eu, mois aussi, un problème de ce genre. Je n'ai pas remarqué de différence entre la base et le sommet des arbres, mais j'ai eu un éclaircissage beaucoup plus important au centre de l'arbre qu'à l'extrémité des rameaux, ce qui semble confirmer vos suppositions.

Je n'ai personnellement pas eu encore le temps d'étudier sérieusement la question pour voir, avec des comptages ce qui pouvait exactement se passer.

Il est peut-être facile d'avoir deux doses, une pour le haut, une pour le bas des arbres, il est beaucoup plus difficile d'avoir une dose pour l'extrémité des rameaux et une pour le centre de l'arbre.

Je pense toutefois que ce problème est lié à la vigueur de la végétation, comme vous le dites, que cette vigueur végétative est elle-même fonction d'un certain nombre d'éléments qui conditionnent la nutrition de l'arbre et en particulier de son alimentation en oligo-éléments, principalement en bore. J'ai fait un certain nombre d'études, je continue à en faire, sur l'alimentation des pommiers, en bore. Je ne serais pas du tout étonné qu'il y ait un certain rapport entre l'action de l'acide naphtylacétique en tant qu'activant de la végétation et le bore.

M. F. Robin. — C'est une observation que j'ai pu faire sur certaines variétés très sensibles à l'action du bore, en particulier les variétés « rousses » du Groupe « Delicious », sur lesquelles l'action du bore est très

sensible, sur lesquelles un apport de bore modifie sensiblement la réaction de l'arbre à l'éclaircissage chimique.

M. Lorne. — Il y a une chose qui peut se rattacher à cette observation. Il semble que le bore permet à la sève de circuler au travers de l'arbre et qu'une carence en bore empêche la nutrition du sommet des arbres.

Peut-être y a-t-il sur les arbres extrêmement bien nourris en bore — ce qui n'est pas le cas chez moi, puisque j'observe de nombreuses carences - une meilleure vigueur au sommet qu'à la base.

LA FUMURE PHOSPHO-POTASSIQUE DES ARBRES FRUITIERS EN CULTURE IRRIGUÉE

(*Note adressée par* **H. Rebour**, *correspondant*)

L'extrême lenteur de la migration souterraine des engrais phosphatés et potassiques pose un difficile problème à l'arboriculteur.

Les plantes annuelles disposent, pour établir leurs organes souterrains, d'une couche ameublie dans laquelle les apports de P et K peuvent être intimement mélangés avant chaque culture. Les racines des plantes ligneuses ne bénéficient pas d'une telle faculté de renouvellement de la fumure à leur niveau. L'accès au sol arable enrichi leur est à peu près interdit par le passage fréquent des instruments aratoires; elles sont donc réduites à s'installer à demeure dans un sous-sol où les éléments phosphopotassiques ne descendent qu'avec une désespérante lenteur. On estime que les mouvements de ces engrais ne dépassent pas quelques centimètres par an. Un assez grand laps de temps s'écoule avant que les arbres puissent pleinement profiter d'un apport effectué selon les pratiques habituelles. C'est ce qui explique les nombreux échecs de la fertilisation phosphopotassique des vergers, tandis que les éléments azotés, grâce à leur mobilité au stade final, procurent presque toujours des résultats spectaculaires. Ce ne sont donc pas les engrais qui sont en cause, c'est la manière de les utiliser.

L'emploi intensif des fumures azotées, qui caractérise la culture fruitière moderne, risquerait de compromettre l'équilibre de la fertilisation, si les deux autres éléments majeurs n'étaient pas mis à la portée des racines. L'action des nitrates se trouverait pour le moins freinée par une insuffisance d'alimentation phosphopotassique, en vertu de la loi du minimum. Le surplus inutilisé serait entraîné en pure perte dans les eaux de drainage, causant un gaspillage d'autant plus regrettable que l'azote est à la fois le plus actif et le plus coûteux des éléments fertilisants de base. Des suites plus graves pourraient même être observées, allant jusqu'à compromettre la santé de l'arbre.

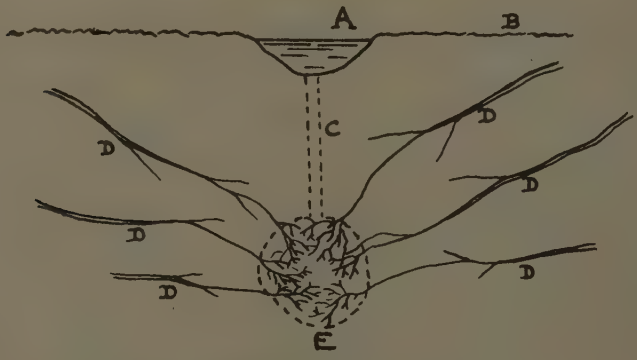
La méthode la plus efficace pour pallier l'immobilisation de P et K est bien connue, mais pas toujours appliquée. Il suffit de constituer, à l'occasion du défoncement qui précède la plantation, une forte provision de P et K au niveau convenable, permettant de satisfaire les besoins des jeunes arbres en attendant que les fumures de surface, régulièrement pratiquées aussitôt après ce premier apport, opèrent leur mouvement de descente.

Il existe malheureusement quantité de vergers adultes pour lesquels cette élémentaire précaution n'a pas été prise et qui, de ce fait, ne répondent pas comme ils le devraient aux sollicitations des fumures azotées intensives. De toute nécessité, il faut leur assurer une alimentation correcte en P et K.

Différentes solutions ont été proposées. La plus ancienne nous est

fournie par les *prés-vergers* qui sont actuellement réhabilités sous forme de *non-culture*. Il n'est pas douteux que le succès de cette méthode provient, pour une large part, de l'occupation de la zone superficielle fertile par les racines des arbres. On s'explique mieux ainsi la prodigieuse fécondité de certains pommiers des prairies de l'Ouest de la France. D'importantes disponibilités en eau sont indispensables pour assurer la double alimentation des arbres et de l'herbe.

Les *engrais verts* contribuent dans une certaine mesure à une plus active assimilation des engrais, mais leurs possibilités sont limitées en vergers adultes.



ACTION DE LA FUMURE PROFONDE PAR SOUS-SOLAGE SUR LA DISPOSITION DES RACINES

A : Sillon d'arrosage;
B : Niveau du sol;
C : Passage du sous-soleur;
D : Racines attirées par les engrais;
E : Zone enrichie se desséchant rapidement.

Des arrosages répétés, mais peu copieux, sont nécessaires pour entretenir dans la zone E l'humidité indispensable à la solubilisation des engrais et à leur utilisation par les racines.

La *fumure au pal* procure d'intéressants résultats quand elle est pratiquée avec beaucoup de persévérance, mais on cherche à simplifier ce fastidieux travail.

C'est ce qui a conduit M. Liwerant à proposer l'enfouissement profond de P et K au moyen d'une charrue sous-soleuse spéciale, à un seul soc, équipée d'une goulotte amenant le produit à un niveau propice. L'appareil passe au milieu des interlignes, tous les deux rangs, afin de ne causer qu'un minimum de dommages aux racines. Cette technique rencontre en ce moment une certaine faveur auprès des praticiens, conscients de la nécessité d'un enfouissement profond de P et K dans les vergers. Mais l'étroite localisation des matières fertilisantes ainsi distribuées freine fortement leur action car un autre facteur limitatif, faisant jouer de nouveau la loi du minimum, ne tarde pas à faire échec au pouvoir absorbant des racines : c'est *le degré d'humidité du sol*.

Une observation effectuée dans une pépinière de Tunisie nous permet de mesurer l'importance de ce facteur. Le terrain, assez pauvre, avait reçu, au défoncement, une fumure au marc de raisin composté et enrichi, répandu en grosses mottes par un ouvrier négligent. On retrouva plus tard chacun de ces blocs envahi par un épais feutrage de radicelles, le chimiotropisme ayant joué à plein dans ce sol peu fertile. Mais, tandis que la

terre attenante était encore largement pourvue en humidité, le marc se présentait dans un état de dessèchement très prononcé. Un travail intensif de l'appareil radiculaire avait entraîné un épuisement rapide de l'eau utile contenue dans les blocs de marc, malgré la grande capacité pour l'eau de ces matières organiques fermentées.

Il est permis d'imaginer qu'un phénomène analogue se produit avec la fumure par sous-solage, dont l'action doit se trouver rapidement stoppée par le manque d'eau, en attendant qu'une pluie ou un arrosage rétablisse une situation favorable. Un rapide calcul permet d'évaluer approximativement le degré d'efficacité d'une fumure localisée par rapport à une fertilisation en plein. Admettons le cas d'une zone de diffusion de 0,10 m de part et d'autre de la traînée d'engrais, dans un sol de 10 p. 100 de capacité utile pour l'eau. Pour un interligne de 100 mètres de longueur, le volume des solutions enrichies disponibles serait de :

$$\frac{0{,}10^2 \times \pi \times 100 \times 10}{100} = 0{,}314 \text{ m}^3$$

Avec une distance de plantation de 5 mètres et une profondeur de 0,75 m, la capacité utile de la fraction du sol où se manifeste l'activité des racines serait de :

$$\frac{5 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0{,}75 \text{ m} \times 10}{100} = 37{,}5 \text{ m}^3$$

Rapport capacité totale /capacité enrichie : 37,5 /0,314 = 119.

Les solutions enrichies ne représentent donc qu'une très faible partie du total et l'efficacité de la fertilisation dépend pour une bonne part de cette proportion, car plus les racines sont nombreuses et actives, plus court est le temps de leur fonctionnement.

Ces considérations mettent en évidence le remède qui s'impose : la nécessité de maintenir dans la fraction fertilisée une humidité suffisante pour permettre une assimilation continue des solutions nutritives. Cette condition est à rechercher tout spécialement au cours de la période critique de la nouaison, afin d'éviter une chute de juin trop accentuée. Une accélération de la cadence des arrosages permet d'atteindre ce but.

Cette intervention est relativement aisée quand l'irrigation s'effectue par la méthode des sillons. La rigole centrale de chaque interligne, tracée à la verticale du passage de la charrue sous-soleuse, sera plus fréquemment mise en eau que les autres. La seule difficulté provient des faibles doses dont se contente l'espace limité arrivé au point de flétrissement. Les pertes peuvent être réduites en utilisant des sillons de courte longueur et en forçant le débit jusqu'à limite d'érosion, afin que le liquide parvienne aussi rapidement que possible à l'aval. Avec le temps, la migration des éléments P et K, favorisée par l'action réitérée des arrosages, atténue les inconvénients qui viennent d'être cités.

Conclusions

L'enfouissement profond des éléments P et K, en vue de les mettre à la portée des racines, s'impose dans les plantations fruitières adultes insuffisamment fumées au départ. Il exalte l'efficacité de la fertilisation azotée intensive, en faveur dans les vergers modernes. Un sous-soleur spécialement aménagé permet de résoudre ce problème d'une manière économique, mais l'étroite localisation des engrais qui en résulte en atténuerait considérablement les effets si des arrosages répétés ne venaient corriger l'épuisement rapide des réserves d'eau de la zone enrichie. L'irrigation par sillons se prête bien à cette nécessité.

La connaissance des phénomènes qui se déroulent dans le secret du sol est particulièrement utile en culture fruitière irriguée. « Tout ce qui compte est caché. » (Paul Valéry).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Delmas (J.), Bats (J.) et Marenaud (C.). — Étude sur l'importance du phosphore dans l'alimentation du pêcher en milieu contrôlé. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France,* 1959, 792.

Liwerant. — Effets des principaux éléments fertilisants sur le développement végétatif et sur la fructification du pêcher. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France,* 1959, 818.

LA POLLUTION RADIOACTIVE DES SOLS : ASPECTS ET REMÈDES

par **MM. Cohen** et **Gailledreau**

(*Note présentée par* **M. Francis Perrin**)

La dissémination à l'échelle planétaire de la radioactivité artificielle est la résultante de l'utilisation déjà intensive de l'énergie nucléaire. La pollution est due surtout, pour l'intant, aux essais d'armes; mais il est inévitable que le développement des industries atomiques ne la maintienne à un certain niveau.

Lorsqu'un sol cultivé est contaminé par de la radioactivité, les cultures qui s'y développent le sont aussi. Le ^{90}Sr est reconnu comme le plus dangereux des radio-éléments susceptibles de polluer le sol. La littérature indique que la quantité de ^{90}Sr exportée par les plantes est telle que le rapport Sr/Ca est égal au rapport Sr/Ca dans la solution du sol (1). De ce fait, l'addition de chaux à un sol acide permet de réduire la quantité de ^{90}Sr exportée (2).

Reitemeier et Menzel (3) indiquent que lorsqu'un champ vient d'être pollué par une retombée atomique, il peut être efficace d'enlever la couche superficielle, seule contaminée, et d'en stocker la terre sur une aire condamnée.

Le travail exposé ci-dessous a consisté à passer en revue divers processus d'accélération du mouvement, vers les couches profondes du sol, du ^{90}Sr qui se serait déposé à sa surface.

Nous admettrons que l'eau joue, vis-à-vis des ions, le rôle d'un véhicule. Par suite de phénomènes d'échange d'ions, de réactions chimiques, la vitesse des ions est en général plus faible que celle de l'eau. Soit F la vitesse moyenne de progression du ^{90}Sr dans le sol, S la vitesse moyenne de l'eau, ρ la densité du sol, f sa porosité, on a, d'après Kaufman (4) :

$$\frac{F}{S} = \frac{1}{1 + (K_d)\,\frac{\rho}{f}}$$

K_d est le coefficient de partage du ^{90}Sr entre le sol et sa solution; il est numériquement égal au nombre d'ions adsorbés par gramme de sol sec, divisé par le nombre d'ions présents par millilitre de solution, dans un mélange homogène sol-solution à l'équilibre.

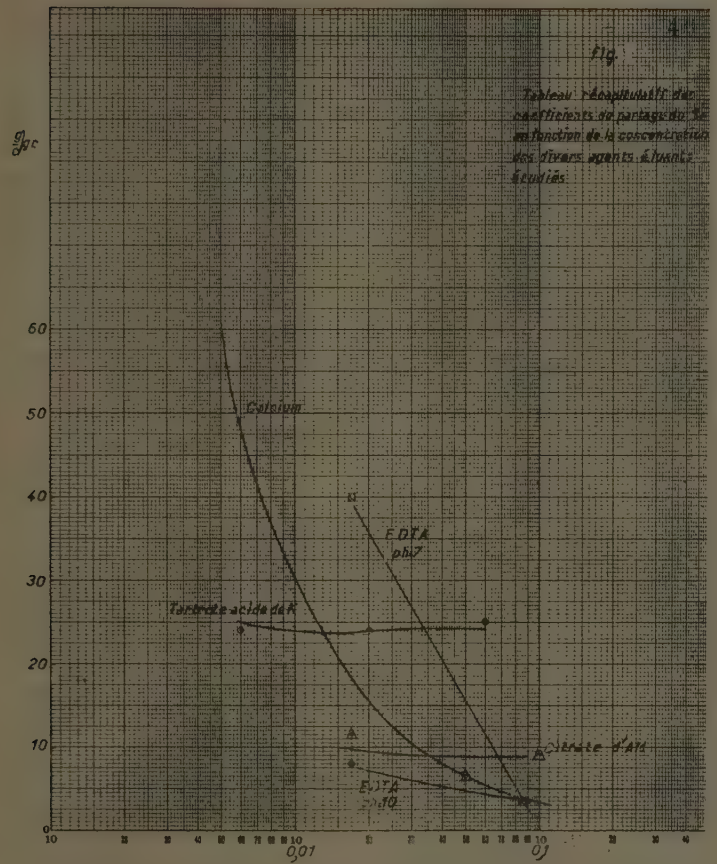
On voit que pour un sol et une vitesse d'écoulement de l'eau donnés, la vitesse des ions est d'autant plus grande que K_d est plus faible.

Les divers processus qui permettent, toutes choses égales d'ailleurs, de diminuer K_d sont :

— le lessivage par des solutions de calcium La théorie et l'expérience montrent que le coefficient de partage du ^{90}Sr est inversement proportionnel à la concentration en calcium C_{Ca} dans la solution du sol, soit :

$$K_d = \frac{0{,}3}{C_{Ca}}$$

dans le cas du sol de Saclay. C_{Ca} est exprimé en équivalent par litre.



Une expérience menée sur le sol de Saclay a montré que dans les conditions naturelles où K_d est voisin de 60, il faudrait environ 90 mètres d'eau infiltrée pour faire disparaître toute radioactivité du premier mètre de sol. Si l'on arrosait le sol avec une solution de calcium à 0,1 équivalent par litre, il ne faudrait plus que 7 mètres d'eau. Un procédé intermédiaire pourrait consister à répandre du plâtre ou du gypse à la surface du terrain. Dans tous les cas, il serait nécessaire de réapprovisionner le sol en éléments fertilisants.

Citons encore l'action des complexants :

— **Du tartrate acide de potassium.**

Les solutions de tartrate de potassium jouent probablement un rôle complexant vis-à-vis du ^{90}Sr; de ce fait, elles diminuent l'adsorption de cet ion, donc K_d. On voit sur la figure ci-dessous que K_d peut décroître de 60 (sa valeur dans les conditions naturelles) jusqu'à 25.

— **le citrate d'ammonium.**

Complexant énergique, il a un effet dépressif encore plus accentué sur l'adsorption du ^{90}Sr par le sol. K_d peut s'abaisser jusqu'à 9 (voir fig. p. 227).

— L'éthylène diamine tétraacétate de sodium.

Ce corps est utilisé systématiquement pour la décontamination radioactive. Son efficacité est la plus grande lorsqu'il est utilisé à pH = 10 (voir fig. p. 227).

Un autre phénomène important est la mobilisation du strontium par dégradation des matières végétales. R. Bétrémieux (5) a montré que dans certains sols soumis à un lessivage intensif pendant au moins quelques mois de l'année (podzols, certains sols tropicaux) il pouvait se produire des fermentations anaérobies alimentées par la décomposition des matières végétales, et susceptibles de provoquer le déplacement de certains ions habituellement peu mobiles, tels que le fer. Ce type de phénomène peut se rencontrer très fréquemment à petite échelle, lorsqu'un sol très humide et drainant mal se trouve localement privé d'air par tassement. Nous avons pu montrer expérimentalement (6) que l'accélération du mouvement du ^{90}Sr provoquée par la fermentation d'une solution à 5 grammes par litre de glucose et 0,5 g par litre de peptone pancréatique, simulant la dégradation végétale, était la même que celle obtenue avec une solution à 0,05 équivalent par litre de calcium, soit dix fois la vitesse de progression du ^{90}Sr dans les conditions naturelles.

Confirmant l'expérience de Libby (7), nous avons pu montrer expérimentalement que lorsque des engrais à base de potassium sont ajoutés à une culture de radis qui se développe sur un sol pollué par du ^{90}Sr, l'adsorption de cet élément peut être réduite de 58 p. 100 dans le cas des feuilles, et de 13 p. 100 dans le cas des racines.

Ainsi les engrais à base de potassium peuvent être utiles dans la lutte contre la pollution du sol et des cultures par le ^{90}Sr.

A la suite de cette étude, dans laquelle nous avons recherché divers moyens de faire se déplacer le ^{90}Sr dans le sol, il apparaît que ces moyens seraient en général coûteux si l'on cherchait à les utiliser comme procédé de décontamination systématique du sol. Nous pensons néanmoins que le rôle des divers agents étudiés ne doit pas être méconnu, si l'on cherche à apprécier le mouvement de ce radioélément dans le sol.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Comar (C. L.), Scott Russel (R.) et Wasserman (R. H.). — Strontium. Calcium movement from soil to man. *Science*, 1957, **126**, 485-492.
(2) Russel (R. S.) et Milbourn (G.). — A publier dans le « *Journal of Nuclear Energy* ».
(3) Reitemeier (R. F.) et Menzel (R. G.). — *Tid*, 5562.
(4) Orcutt (R. G.), Kaufman (W. J.) et Klein (G.). — The movement of radiostrontium through natural porous media. *Progress report* n° 2. University of California Berkeley.
(5) Bétrémieux (R.). — Étude expérimentale de l'évolution du fer et du manganèse dans les sols. *Annales agronomiques*, 1951, n° 3.
(6) Gailledreau (C.). — Une remarque sur l'effet des matières organiques dans la migration du ^{90}Sr dans le sol. *Énergie nucléaire*, septembre-octobre 1960, **2**, n° 5.
(7) Libby (F.). — Beneficiation of soils contaminated with ^{90}Sr. Beneficial effects of potassium. *Science*, 1958, **128**, 1134-35.

M. Hénin. — Je pense qu'il faut d'abord se féliciter du fait que le Commissariat à l'Énergie atomique se préoccupe de ces problèmes. Les auteurs ont essayé un certain nombre de procédés pour faciliter l'entraînement du strontium. Ne pourrait-on chercher dans la voie des matières organiques naturelles?

Car, en définitive, à partir du moment où l'on apporte des doses assez importantes, de l'ordre de quelques tonnes à l'hectare, en présence d'eau, on peut créer un milieu réducteur et ceci si facilement, qu'actuelle-

ment, c'est même l'un des facteurs contre lequel nous avons à lutter. Il serait donc facile de reproduire, dans ces conditions, la recherche signalée qui montre que l'entraînement des éléments peut devenir extrêmement intense.

Une telle solution qui serait sans doute assez peu coûteuse, permettrait d'éviter certains risques, par exemple l'emploi de sels qui ont l'inconvénient de disperser l'argile. On peut rendre le terrain imperméable et constituer une couche qui s'opposerait à la pénétration de l'eau et empêcherait par conséquent l'élément vecteur d'entrer en profondeur.

La solution, comme le labour profond, avec des dilutions sur une certaine épaisseur, du moins pour les décontaminations assez faibles, permettrait de diminuer considérablement la quantité absorbée Je crois que l'on arriverait ainsi à limiter les dangers.

Ma remarque n'a nullement pour but de diminuer l'intérêt de la méthode signalée. Il y a certains cas où des méthodes sévères et énergiques sont souhaitables. Mais pour les solutions, disons moyennes, on pourrait essayer de revoir ces méthodes qui sont traditionnelles.

M. F. Perrin. — Le travail que j'ai présenté est un résumé. Il cite en détail les travaux de M. Bétrémieux sur l'entraînement des ions par des produits organiques venant de fermentations anaérobies.

Effectivement, dès qu'on peut mobiliser, avec des produits organiques, qui pourraient se produire naturellement par la fermentation, la putréfaction des matières organiques végétales, on peut également entraîner le radio-strontium.

Je crois que les procédés mécaniques que vous indiquiez sont aussi à considérer, les labours profonds pouvant même précéder une décontamination superficielle finale par les procédés d'arrosage ou autre de ce genre.

L'étude que j'ai présentée, à côté d'autres études déjà faites, semble apporter des résultats qui pourront peut-être aboutir pratiquement à des solutions applicables, au moins sur des étendues relativement faibles qui se trouveraient contaminées en cas d'accident.

M. D. Bertrand. — Je voudrais simplement ajouter un petit mot : ces méthodes modifient tout de même assez considérablement la structure et les proportions des éléments solubles des sols.

Alors de deux choses l'une : ou bien la terre ainsi traitée n'est plus bonne au point de vue de l'agriculture, et dans ce cas doit intervenir le procédé le meilleur pour décontaminer; ou bien la terre est encore utilisable, et il serait peut-être bon de tenir compte de cette notion dans la technique finalement choisie.

M. Barbier. — Je pense que la décontamination des sols en place, par les procédés indiqués restera très difficile, même en présence de matières organiques subissant une fermentation réductrice. En conséquence — et je crois savoir que l'Énergie atomique œuvre dans ce sens — il y a lieu d'épurer les effluents des usines atomiques de telle sorte qu'il n'y ait jamais besoin de décontaminer les sols.

EFFET MAXIMUM D'UNE DOSE LIMITÉE D'AZOTE SUR FÉTUQUE

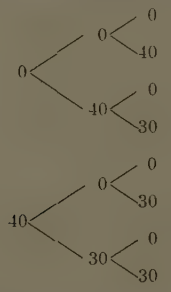
par **G. Lefèvre** et **G. Hiroux** (*)

(*Note présentée par* **M. Barbier**)

Une expérimentation de fumure azotée sur prairie, poursuivie depuis plusieurs années, a fourni un certain nombre de résultats, desquels nous voudrions extraire une observation qui paraît intéressante.

Le plan général d'un essai reconduit de 1959 en 1960, c'est-à-dire couvrant deux années de conditions climatiques très différentes, comprend au départ deux séries de parcelles, l'une témoin — sans azote — l'autre recevant 40 unités d'azote sous forme d'ammonitrate. Après la première coupe chaque série est divisée à nouveau en deux. Les parcelles précédemment sans azote reçoivent, soit 40 unités, soit 0; les parcelles précédemment avec azote reçoivent, soit 30 unités, soit 0.

On fait de même après la deuxième coupe. On obtient ainsi le schéma suivant :



L'azote a toujours augmenté la récolte suivant immédiatement son application, mais l'ampleur de cet effet dépend des conditions climatiques. Nous voulons précisément comparer les actions maximales de l'azote pour les deux années 59 et 60.

Il s'agit de rendements obtenus avec une Fétuque Hommersteg semée en 1958.

En 1959 les différences maximales ont été obtenues, sur les rendements en vert, lors de la première coupe :

Parcelles { 0 — 15,6 t
40 — 25,74 t

En 1960, le plus fort écart a été relevé en troisième coupe entre les parcelles :

0 — 0 — 0 — 1,68 t
et 0 — 0 — 40 — 10,85 t

(La parcelle 40-30-30 ne donnant par ex. que 8,10 t.)

Bien que ces résultats ne soient pas obtenus aux mêmes périodes de végétation, les traitements des parcelles sont comparables. Or, c'est l'écart maximal observé dans les deux cas, pour l'ensemble de l'année et des traitements, si bien que l'on peut dire que c'est la réponse maximale à une fumure de 40 unités d'azote.

(*) Station d'Agronomie d'Amiens.

On obtient :

en 1959 : 25,74 — 15,6 = 10,14 t
en 1960 : 10,85 — 1,68 = 9,17 t

Ce qui frappe, c'est que ces réponses de 9 et 10 tonnes, c'est-à-dire très comparables, ont été obtenues en partant soit de 1,7 t, soit de 15,6 t. Cela paraît contraire à toutes les lois admises du rendement en fonction des fumures. La même dose d'engrais donne généralement une réponse plus faible, lorsque le témoin est plus élevé, à moins que l'on soit encore bien en dessous du rendement maximum.

Est-ce dû à un comportement spécial de l'herbe?

Ce résultat se confirme lorsqu'on passe à la production en sec :

MATIÈRE SÈCHE

		% vert	t /ha	Différence
1959	0	21,52	3,357	1,711 t
	40	19,69	5,068	
1960	0-0- 0	28,5	0,411	1,817 t
	0-0-40	25,9	2,228	

Si l'on considère enfin la quantité d'azote contenue dans ces récoltes on obtient :

		kg /ha	Différence
1959	0	60	45,4
	40	105,4	
1960	0-0- 0	44,0	40,3
	0-0-40	84,3	

Dans les deux cas il y a une utilisation totale de l'azote apporté. Cela se traduit d'ailleurs en 1959 par une légère augmentation de la teneur du végétal en azote, exprimée en sec ou en vert (1,79 et 2,08 en sec; 0,38 et 0,41 en vert) et en 1960 par une teneur égale en sec et légèrement inférieure en vert (2,23 et 2,22 en sec; 0,545 et 0,456 en vert). C'est-à-dire que, surtout en 1960, tout l'azote apporté a été utilisé pour augmenter la production sans enrichir le produit Cela reflète aussi un comportement très spécial de l'herbe vis-à-vis de la fumure azotée ou encore une évolution, spécifique aux herbages, de l'azote fourni par les engrais.

Les essais continueront l'année prochaine. Actuellement, nous pourrions en conclure que 40 unités d'azote peuvent fournir — au cours d'une seule pousse — 10 tonnes de matière verte ou 1,7 t de matière sèche supplémentaire et cela quelle que soit la production des témoins sans azote. Cet écart maximal est fourni lorsque les conditions climatiques le permettent, à n'importe quel moment de la période végétative. Les résultats sont obtenus par une utilisation intégrale de l'azote apporté, sans enrichissement de l'herbe à consommer. L'obtention de cet effet maximal s'oppose à toute idée visant à régler la production par la fumure azotée, la variation du témoin dépassant l'écart de la meilleure réponse obtenue.

Par contre cette variation du témoin n'interfère pas avec l'effet maximal qu'on peut attendre de la fumure azotée.

Il faut donc que la fumure minérale soit toujours prévue de manière à pouvoir profiter à tout moment des conditions extérieures favorables permettant la manifestation d'une réponse maximale.

Les conditions et les résultats complets de ces essais seront l'objet d'une publication ultérieure.

* * *

Nous remercions bien vivement M. Delespierre chez qui cet essai a été réalisé ainsi que M. Vasse, conseiller technique de la Chambre d'Agriculture de la Somme, et M. Kuhn du S.P.I.E.A. qui ont contribué à l'obtention de ces résultats.

BIBLIOGRAPHIE D'ENSEMBLE

Ouvrages reçus pendant le mois de février 1961

Wellinsiek (S. J.). — Publications du Laboratariums voor Tuinbouwplantenteeld-Wageningen :
— « *Stem elongation and flower initiation* »;
— « *Flower formation in campanula medium* »;
— « *Nartronic mutations in peas* »;
— « *Does darkness inhibit floral initiation in long dry plants?* »;
— « *Annual brussels sprouts.* »

Leroy (A.). — « *Fédération européenne de zootechnie* » (1950-1960). W. Engeler, Zoug (Suisse). (Présentée par M. Leroy.)

Bachelier (G.). — « *Détermination biologique du pouvoir nutritif d'un sol par développement conditionné des microorganismes et dosage de l'oxygène qu'ils absorbent.* » Étude publiée dans la revue « *L'Agronomie tropicale* » (n° 5, 1960). (Signalé par M. Préaud.)

Vilmorin (Roger de). — « *Réflexions sur la pureté génétique des essences forestières.* » Étude publiée dans « *La Forêt privée* », revue forestière européenne (n° 17, janvier 1961), 61, avenue de la Grande-Armée, Paris (16e). (Signalée par M. Préaud.)

Darves-Bornoz. — « *Méthodes modernes d'études en assainissements agricoles.* » Étude d'hydraulique agricole publiée dans « *Travaux communaux* » (n° 56, janvier 1961). 3, boulevard Sébastopol, Paris (1er). (Signalée par M. Préaud).

Arléry (R.). — « *La mesure de la pluie, opération simple et utile* ». Étude publiée dans « Bulletin des Engrais » (n° 435, décembre 1960), 58, avenue Kléber, Paris (16e). (Signalée par M. Préaud.)

Institut national d'Hygiène. — « *Problèmes posés par la définition des aliments* » (C.R. du Symposium tenu à l'Hôpital Bichat en mai 1960. Institut national d'Hygiène, 3, rue Léon-Bonnat, Paris (16e)). (Présenté par M. Maspétiol.)

Industrie du jute. — « *Plan d'action de l'industrie du jute* ». Document élaboré par le Consul paritaire de l'Industrie du jute, 33, rue de Miromesnil, Paris (8e). (Signalé par M. Préaud.)

Deniel et Nowy. — « *Traitement frigorifique des semences de pommes de terre* ». Étude extraite de la Revue générale du Froid (n° de septembre 1960). (Signalée par M. Préaud.)

Teneur (J.). — « *Les industries agricoles et alimentaires de la région du Nord* » (Nord et Pas-de-Calais). Brochure reliée 190 pages (13e Cahier du Comité d'Expansion économique du Nord et du Pas-de-Calais. C.E.R.E.S., Faculté de Droit, 42, rue Paul-Duez, Lille (Nord). (Signalé par M. Préaud.)

Revue de l'Élevage. — « *La Revue de l'Élevage aux Pays-Bas* ». Numéro spécialement consacré aux diverses activités zootechniques de ce pays, 14, rue Notre-Dame-des-Victoires, Paris. (Signalée par M. Préaud.)

Guyot (L.) et Gibassid (P.). — « *Les noms des arbres* ». Ouvrage de la collection « Que sais-je? » Presses universitaires de France, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.
— « *Les noms des plantes* ». Ouvrage de la collection « Que sais-je? » Presses universitaires de France, 108, boulevard Saint-Germain, Paris.

Gudin (C.). — « *Contribution à l'étude de la désinfection des châtaignes par trempage dans l'eau* ». Thèse d'ingénieur C.N.A.M. Travail ronéoté. Conservatoire des Arts et Métiers. (Présentée par M. Dufrénoy.)
— « *C.R. du stage effectué en Italie à la Station de Pathologie forestière et agraire de Florence.* » Travail ronéoté. (Présenté par M. Dufrénoy.)

Pellerin (Pierre). — « *Où, quand, comment protéger les oiseaux?* » Opuscule 140 pages, broché. Édition Crépin-Leblond et Cie, 12, rue Duguay-Trouin, Paris (6e). (Présenté par M. Bressou.)

Guyot et Gibassier. — « *Les noms des fleurs* ». Ouvrage de la collection « Que sais-je? » Presses universitaires de France, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e). (Présenté par M. Der Khatchadourian.)

SÉANCE DU 8 MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)

XXVIII. BOUSSINGAULT, LES SCHLŒSING ET LES SCIENCES DE BASE DE L'AGRONOMIE (Période 1848-1914)

par **J. Lavollay**

Pour bien situer l'œuvre scientifique de J.-B. Boussingault, il convient d'abord de rappeler qu'elle est exactement contemporaine de celle de J. Liebig. Les deux savants qui ont eu le plus d'influence sur l'évolution des connaissances de base de l'Agronomie au début du XIX^e^ siècle sont nés à une année d'intervalle. Tous deux avaient fait de très médiocres études secondaires, mais étaient déjà des chimistes réputés à l'âge de vingt ans, quand ils partirent de Paris, l'un comme l'autre recommandés par Humboldt : Liebig comme professeur à l'Université de Giessen et Boussingault avec une mission scientifique en Colombie.

En 1840 avait été publiée la première édition du *Traité de Chimie Organique* de Liebig dont la longue introduction exposait la fameuse théorie de la nutrition minérale des plantes. Remarquable travail d'analyse et de mise au point des connaissances de l'époque, la théorie de Liebig présentait à l'origine un caractère plus dialectique qu'expérimental. Affirmant que les éléments fondamentaux des matières végétales sont puisés dans l'atmosphère, à l'état de gaz carbonique, d'eau et d'ammoniac, et que les plantes n'empruntent au sol que des matières minérales, Liebig déniait tout intérêt à la matière organique des terres du point de vue de la fertilité. On sait quelle fut l'influence exercée par cette théorie sur les travaux de l'École allemande, qui tendirent d'abord à sa démonstration expérimentale puis à la recherche de milieux minéraux bien adaptés à la nutrition de la plante.

Dans le tome II de son *Économie rurale*, édité en 1844, Boussingault évoquait, après Liebig, la question de savoir si les cendres des végétaux cultivés doivent être prises en considération dans l'étude des assolements : « Il s'agissait, dit-il, d'une question industrielle, dont la solution, en admettant qu'elle fût favorable comme elle l'a été, était de nature à me rassurer sur l'avenir de notre exploitation rurale. » Le bilan des principales matières minérales avait été établi par lui, avec autant de soin que celui des « éléments organiques ». Mais Boussingault comptait sur les engrais classiques pour entretenir et enrichir les sols en substances minérales. En 1851 cependant, c'est lui qui présenta à la Société nationale et centrale d'Agriculture le mémoire du Prince de Salm Horstmar, l'un des premiers classiques de la nutrition minérale. Mais Boussingault ne s'était réellement intéressé qu'aux problèmes fondamentaux de la physiologie des plantes et notamment à l'origine du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote de leurs substances organiques. Dans l'*Essai de Statique chimique des Êtres vivants*, rédigé en collaboration avec Dumas, les cendres des végétaux étaient seulement mentionnées : on ne leur attribuait aucune signification particulière. Bien avant 1840, Boussingault a conçu et réalisé cet admirable travail expérimental qui lui permit d'établir le bilan

des éléments organiques (C, H, O, N) entre les engrais utilisés et les récoltes, au cours de plusieurs assolements. Ce bilan s'est révélé positif pour les quatre éléments étudiés. Comme l'état de fertilité du sol était le même, au début et en fin de rotation, les éléments de l'air et de l'eau apparaissaient comme les grandes sources des éléments organiques et, pour la première fois, l'importance quantitative de la photosynthèse pouvait être mesurée dans les conditions naturelles. C'est à juste titre que, citant ce travail, Sir John Russell accorde à Boussingault la qualité de fondateur de la Chimie agricole.

Déjà ses expériences de culture en pots lui avaient permis la démonstration directe et quantitative des gains de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et même d'azote, dans certains cas, aux dépens de l'atmosphère et de l'eau.

On pense généralement alors que la source d'azote est représentée par l'ammoniaque atmosphérique. Le gaz azote libre de l'atmosphère est-il utilisé par les plantes? Boussingault estime que le gain d'azote constaté dans ses premières expériences ne peut provenir que de l'azote libre; mais de nouvelles expériences, longuement poursuivies et toujours perfectionnées, paraissent souvent contradictoires. Il est tout à l'honneur du savant d'avoir ainsi fait lui-même la critique de ses conclusions et d'avoir rejeté une notion qui lui avait valu tant de notoriété. Ce problème complexe ne devait être éclairci que beaucoup plus tard par les découvertes d'Hellriegel et Wilfarth.

La forme sous laquelle l'azote est assimilé par les plantes, dans les conditions naturelles, pose un problème qui préoccupe Boussingault depuis qu'il s'est convaincu par la pratique de l'importance des matières organiques azotées dans la fertilité du sol. Il a pu observer en Amérique que l'azote ammoniacal du guano est un aliment azoté de grande valeur. Mais par de beaux travaux, de caractère fondamental, il établit que les nitrates ont la même propriété et, toute sa vie, il inclinera à les considérer comme la source principale de l'azote dans les conditions naturelles. De là, l'intérêt qu'il porte aux nitrières et aux phénomènes de nitrification.

Ce phénomène, anciennement connu et exploité est enfin complètement clarifié en 1871. Le bilan des éléments chimiques établit en effet que l'azote de l'air n'intervient pas et que c'est l'azote de l'humus qui se nitrifie.

Fondateur de la Chimie agricole, Boussingault est aussi le fondateur de la Nutrition animale. Avant 1840, il admet « que la propriété alimentaire des végétaux réside surtout dans les matières azotées et que, par conséquent, leur propriété nutritive est proportionnelle à la quantité d'azote qui entre dans leur composition. » En 1839, il réalise le premier vrai bilan expérimental des entrées et des sorties sur une vache laitière recevant une ration d'entretien, en établissant la balance du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote et des matières minérales entre les aliments, d'une part et, d'autre part, les déjections et le lait. L'oxygène atmosphérique nécessaire à l'animal est déterminé par le calcul. Boussingault est, dans ce genre d'études, un précurseur de génie dont les études originales se sont poursuivies pendant de longues années et ont servi de modèle aux chercheurs qui l'ont suivi. Les notions fondamentales d'équilibre alimentaire, d'équilibre minéral et d'équivalence d'efficacité des aliments lui sont dues.

Dans un mémoire de 1872 consacré au fer contenu dans le sang et dans les aliments, il exprime des vues pénétrantes de Chimie physiologique et dit que le fer constitue « un nouvel exemple de l'intervention efficace d'infiniment petits dans les phénomènes de la vie ».

La découverte de l'origine carentielle du goitre, en conclusion d'une enquête réalisée en Amérique du Sud, témoigne d'une merveilleuse pénétration des faits alors que le rôle de l'iode dans l'organisme ne devait être compris que soixante-cinq ans plus tard.

Sous le modeste titre d'*Analyses comparées du biscuit de gluten et de*

quelques aliments féculents, Boussingault fait une étude critique de l'alimentation du diabétique, préconise la pomme de terre comme « pain du diabétique » et attire l'attention sur l'intérêt des aliments provoquant l'alcalinisation des humeurs.

La remarquable fécondité de ce savant, l'étendue de ses connaissances, la variété des domaines où s'est exercée son activité et l'importance des notions qu'il a établies, ou précisées, font de Boussingault l'un des hommes de science les plus éminents parmi tous ceux qui ont consacré leur activité à l'Agronomie. Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers jusqu'en 1887, il y eut comme successeur J.-J.-Théophile Schlœsing qui le suppléait dans son enseignement depuis 1873. A Théophile Schlœsing devait succéder, dans la même chaire, son fils Alphonse-Théophile en 1919. Tous deux, anciens élèves de l'École polytechnique, furent également directeurs et professeurs de l'École d'Application des Manufactures de l'État. Théophile Schlœsing fut également professeur à l'Institut national agronomique.

Les travaux de Chimie agricole de Th. Schlœsing commencent dès 1860. Il suit la voie de Boussingault dans ses études sur la nitrification, dont il étudie systématiquement les conditions et, à l'occasion d'une étude sur l'épuration des eaux d'égout, met en évidence avec Müntz l'intervention obligatoire de micro-organismes dans le phénomène de la nitrification (1876). Cette découverte fondamentale apparaît comme le couronnement de toutes les recherches antérieures et inaugure l'ère de la bactériologie du sol. Winogradsky devait plus tard isoler et étudier les microbes nitrifiants (1890-1892).

Théophile Schlœsing donne la preuve directe de l'assimilation du gaz ammoniac par les feuilles; il réalise le difficile dosage de ce gaz dans l'atmosphère et démontre sa constante présence à des taux très faibles, mais suffisants pour pouvoir être utilisés par les plantes; il édifie la théorie du cycle de la circulation de l'azote entre le monde minéral et les êtres vivants. Expérimentateur et analyste extrêmement ingénieux et habile, Schlœsing apporte les premières connaissances sur la structure et la composition des sols agricoles. Il découvre l'argile colloïdale dont il décrit les propriétés et notamment sa floculation par les électrolytes; il met en évidence le rôle prépondérant du calcium dans le maintien des colloïdes à l'état floculé et dans la conservation de la structure. La solubilisation du calcaire par l'acide carbonique revêt une importance primordiale, Schlœsing étudie le déplacement de l'équilibre carbonate-bicarbonate en fonction de la pression partielle du gaz carbonique, et ses résultats appliqués à l'ensemble du globe lui permettent de décrire les lois d'équilibre de l'acide carbonique dans la nature.

Schlœsing est aussi le premier expérimentateur qui ait cherché et réussi à déplacer les liquides qui circulent entre les éléments solides de la terre et à en faire l'analyse chimique afin de savoir quelle est la composition de ces solutions qui lui paraissaient être les liquides nourriciers des racines.

Il convient de rappeler enfin l'importante contribution de Schlœsing Père aux méthodes de l'Analyse chimique et l'invention, datant de 1855, du procédé de préparation du carbonate de sodium par réaction de l'acide carbonique sur le sel marin, en présence d'ammoniaque, qui constitue le principe de la préparation mieux connue sous le nom de Procédé Solvay.

Son fils, dont la carrière est assez semblable, l'avait suppléé dans la Chaire du Conservatoire des Arts et Métiers depuis 1895 et lui succéda en 1919. C'est lui qui avait rédigé les *Leçons de Chimie agricole* et la *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*.

Alphonse-Théophile Schlœsing apporte, comme son père, une grande contribution à l'analyse des terres et propose, en particulier, une méthode devenue classique pour l'estimation de l'acide phosphorique assimilable. Il reprend les recherches inaugurées par Boussingault sur la composition de l'atmosphère des sols et montre que celle-ci est toujours riche de 20 p. 100 d'oxygène, même en profondeur.

Il conduit de belles expériences de Physiologie végétale montrant que les besoins en phosphore et en potassium peuvent être satisfaits par des milieux nutritifs très dilués, comme le sont les liquides naturels des sols.

A.-Th. Schlœsing recherche « quelle est, pour une plante entière et pour toute son existence, la résultante des échanges d'acide carbonique et d'oxygène qu'elle effectue avec l'air ambiant. Combien d'oxygène, au total, dégage-t-elle, pour un volume donné d'acide carbonique qu'elle fait disparaître »? Les résultats montrent que le volume d'oxygène est toujours très supérieur au volume de gaz carbonique absorbé. L'importance de ce résultat ne paraît pas avoir été suffisamment comprise par les contemporains.

Mais les plus belles recherches d'A.-Th. Schlœsing sont celles qu'il a réalisées avec Émile Laurent lorsque, mettant en œuvre la méthode des bilans, chère à Boussingault, il donna la démonstration expérimentale directe de la fixation symbiotique de l'azote libre par les Légumineuses : l'azote gazeux disparu de l'atmosphère au cours de la végétation se retrouve quantitativement dans les combinaisons organiques de la plante. Des témoins conduisirent en outre à l'importante découverte de la fixation de l'azote libre par des algues.

Ainsi, dans le développement des Sciences de base de l'Agronomie, au cours de la période 1848-1914, la contribution des trois savants dont l'œuvre vient d'être évoquée apparaît comme réellement exceptionnelle.

M. Désiré Leroux. — L'œuvre d'un savant dépendant, pour une grande part, du milieu où il a vécu, je me permets d'ajouter à la communication de M. Lavollay, certains détails qui me semblent présenter quelque intérêt pour l'histoire de la Science et aussi pour celle de deux grandes institutions.

Ayant rédigé, il y a vingt-cinq ans, une notice sur J.-B. Boussingault (1), je rappelle tout d'abord que rien ne prédisposait ce dernier à entreprendre des recherches agronomiques.

Ancien élève de l'École des Mines de Saint-Étienne, épris de liberté, grand voyageur, il apparaît surtout dans sa jeunesse, comme le disciple d'Alexandre de Humboldt.

Colonel de l'armée de Bolivar, explorateur de l'Équateur, de la Colombie et du Venezuela, visiteur des volcans des Cordillères, il avait, pendant dix années, enrichi la physique du Globe, la géologie, l'art des mines, de nombreuses observations résumées dans plus de 40 mémoires.

Doyen en 1834 de la Faculté des Sciences de Lyon, il était en 1837, suppléant de Thénard à la Sorbonne.

C'est en 1836 que la vocation d'agronome de Boussingault s'est nettement affirmée, à la suite de son mariage avec M^lle^ Le Bel (nom cher aux chimistes), qui lui avait apporté le beau domaine de Pechelbronn, dans le Bas-Rhin.

Suivant alors l'exemple de Lavoisier qui, cinquante années auparavant, à Fréchines en Vendômois, avait effectué des essais agricoles quantitatifs, Boussingault introduisait aussi la balance dans les expériences agronomiques qu'il réalisait dans sa ferme d'Alsace. Mais il y ajoutait l'analyse chimique.

C'est à Pechelbronn que Boussingault a entrepris ses célèbres travaux (évoqués par M. Lavollay) sur les migrations de l'azote du sol à la plante, de la plante à l'animal, de l'animal au sol.

En 1847, il poursuivit ses recherches agronomiques à l'abbaye du Liebfrauenberg.

Si j'ai tenu à rappeler ces faits, c'est essentiellement pour montrer que Boussingault a réalisé, le premier, l'union intime entre la ferme et le laboratoire.

(1) *Bull. Assoc. Franç., pour l'Étude du Sol*, 1936, **2**, 248-254.

Il a certes, grandement honoré le Conservatoire des Arts et Métiers, mais il n'y passa pas toute sa vie...

Notre éminent Confrère, M. Blais, m'autorisera sans doute à dire que l'illustre agronome a aussi donné l'éclat de son nom à l'Institut national agronomique.

D'ailleurs, au cours de la période évoquée par M. Lavollay, les relations entre le Conservatoire des Arts et Métiers et cet Institut étaient très étroites.

Lorsqu'en 1876, Eugène Tisserand réorganisa ce dernier, c'est dans la vieille maison de la rue Saint-Martin qu'il l'installa provisoirement.

Boussingault fut nommé professeur et directeur des laboratoires du nouvel Institut agronomique. A la vérité il n'y enseigna pas, mais lui apporta comme je l'ai dit, sa haute réputation dans le monde agricole. C'est son ancien préparateur au Conservatoire, Achille Müntz, dont certains d'entre vous, mes chers Confrères, ont été les élèves et même les collaborateurs, qui assuma la direction effective des laboratoires de Chimie de l'École supérieure de l'Agriculture.

Nombre d'hommes éminents qui firent partie de cette Compagnie enseignèrent à la fois au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Institut agronomique.

M. Lavollay a cité Schlœsing père. J'ajouterai les noms de Péligot et d'Aimé Girard, ceux de Moll et de Lecouteux.

Enfin, notre savant Confrère, M. Lemoigne, me permettra, en préface à sa communication, de rappeler que Louis Pasteur compta parmi les auditeurs de Boussingault au Conservatoire. Il venait y apprendre l'analyse chimique que l'illustre agronome pratiquait de façon impeccable.

J'ai peu connu J.-J.-Th. Schlœsing, puisque celui-ci est mort le 8 février 1919.

Par contre, je m'enorgueillis d'avoir été pendant douze années l'élève et le collaborateur de son fils A.-Th. Schlœsing. En ce qui concerne ce dernier, je n'ajouterai rien à ce qu'a dit M. Lavollay, sauf que je remercie notre Confrère d'avoir parfaitement résumé l'œuvre de mon regretté Maître (1).

M. Chombart de Lauwe. — M. Lavollay a signalé que Boussingault et Liebig avaient fait les mêmes découvertes. Quand on examine les travaux des deux côtés du Rhin, on constate que les progrès ont été réalisés parallèlement.

Dans quelle mesure y a-t-il eu des échanges entre les chimistes français et allemands? Des informations sont-elles disponibles sur le sujet? Ces échanges me paraissent très importants au point de vue de la coopération internationale dans le domaine de la recherche.

M. Lavollay. M. Chombart de Lauwe évoque une question très intéressante à laquelle il est difficile de donner une réponse simple.

Les travaux de Liebig et ceux de Boussingault, qui sont également remarquables, concourent au même but : une meilleure compréhension de la nutrition des plantes en vue de la production. Mais les centres d'intérêt sont quelque peu différents.

Cela résulte d'une différence essentielle concernant les voies qui conduisirent l'un et l'autre savants à s'intéresser à ces problèmes. Liebig avait été invité par la *British Association* (Liverpool, 1837) à préparer un rapport sur l'état des connaissances en chimie organique. Dans l'ouvrage qu'il rédigea, Liebig chercha à « présenter la chimie organique dans ses rapports avec la physiologie végétale et l'agriculture ». Sa mise au point comportait une excellente bibliographie des problèmes de nutrition végétale; elle fut ensuite publiée sous le titre de « Traité de Chimie Orga-

(1) Pour des détails sur celle-ci, voir A. Th. Schlœsing (1856-1930), *Sa Vie et son Œuvre*, par Désiré Leroux, *Annales agronomiques*, 1931, **1**, 1-60.

nique ». Dans la préface de cet ouvrage qui devait être modifiée au cours des éditions successives, Liebig discutait et ordonnait les connaissances scientifiques déjà acquises, entre autres l'utilisation du gaz carbonique de l'atmosphère et celle de l'ammoniaque, comme source d'azote. L'hydrogène et l'oxygène pouvant être prélevés dans l'eau, il concluait que les plantes n'ont rien à puiser dans le sol, sauf des matières minérales. (Je m'excuse de schématiser la belle et très profonde analyse de Liebig, mais je ne voudrais pas m'étendre trop longuement).

La position initiale de Boussingault est conforme aux conceptions classiques de l'époque. Il se réfère, souvent, dans ses premiers travaux, à Thaer. Par la pratique qu'il a des choses de l'Agriculture, il est profondément convaincu de l'utilité des matières organiques décomposables dans les sols. Tandis que Liebig envisage la décomposition des matières organiques du sol comme une source possible de gaz carbonique et d'ammoniaque pour les plantes, Boussingault estime, d'une façon qui va se préciser au cours du temps, que la décomposition des matières organiques azotées doit être d'une utilité fondamentale pour les plantes. Il exprime maintes fois cette idée, qui lui a peut-être été suggérée par Payen au début de sa carrière. Il étudie longuement les nitriéres et le phénomène de la nitrification. Le problème est résolu lorsque, ayant reconnu que les nitrates sont d'excellents aliments azotés, il trouve que l'azote nitrifié provient exclusivement de l'humus.

Quant au second point de M. Chombart de Lauwe, à savoir s'il y eut des échanges entre les Savants allemands et les Savants français, je crois que ces échanges étaient réels et très rapides.

Les travaux de Liebig ont été publiés presque simultanément en France et en Allemagne. Le Traité de Chimie Organique a été édité en français dès 1840, dédié d'ailleurs à des savants tels que Gay-Lussac et Thénard, dont Liebig avait été l'élève. Liebig et Boussingault se réfèrent fréquemment l'un à l'autre.

Comme il est assez naturel, la théorie de Liebig a inspiré les recherches de l'École allemande (Wiegmann et Polstorff, Salm-Horstmar, Knop, Nobbe, Sachs). Il s'agissait de démontrer l'exactitude de la théorie de l'alimentation exclusivement minérale des plantes. Cette théorie est d'ailleurs rigoureusement exacte : les plantes peuvent parfaitement se développer dans un milieu purement minéral.

D'autre part, Boussingault et Scholesing ont été les seuls à estimer que la nitrification était une source de fertilité pour le sol, en apportant aux plantes une forme utilisable de l'azote. Comme il s'agit d'azote minéral la théorie de l'alimentation exclusivement minérale n'est pas contredite. Si l'on pose le problème en termes de substances indispensables à la nutrition, les seules substances *indispensables* aux plantes sont les matières minérales.

M. Voisin. — En réponse à M. Chombart de Lauwe, j'ajouterai que Liebig avait étudié à Paris en 1822. Ses ouvrages ont été souvent publiés en français. Il est bon de rappeler qu'à cette époque beaucoup des instructions de Liebig, dans son laboratoire, étaient affichées en français.

M. Lavollay a évoqué Sir John Russell et l'hommage que celui-ci a rendu à Boussingault. Il est peut-être intéressant de rappeler que, même aujourd'hui, l'ouvrage répandu dans le monde entier, de Sir John Russell, qui en est à sa 8e édition, a, comme page de garde, la photographie de Boussingault avec le sous-titre « Le fondateur de la chimie agricole moderne ».

M. Émile André. — Liebig conserva toujours pour les chimistes français, ses premiers maîtres, une reconnaissance qui lui valut dans son pays de très gros ennuis.

Sitôt après la guerre de 1870, au mois de mars 1871, il était professeur à Munich. En ouvrant une séance solennelle de l'Académie de Munich

où l'on célébrait la victoire allemande, il eut le courage d'affirmer toute la reconnaissance qu'il gardait à ses premiers maîtres : Gay-Lussac, Thénard, Dulong. Cela lui valut d'être frappé d'ostracisme par ses compatriotes, si durement frappé même que le chagrin qu'il en éprouva accéléra, dit-on, la fin de sa carrière. Il mourut deux ans après (avril 1873). Je tiens à signaler que lui, un allemand, il a eu le geste chevaleresque de proclamer bien haut, dans les circonstances que l'on sait, tout ce qu'il devait à ses maîtres français.

Un tel exemple est assez rare dans le passé, il l'est encore aujourd'hui, c'est pourquoi il m'a paru utile de le rappeler.

XXIX. PASTEUR ET LA MICROBIOLOGIE (Période 1848-1914)

M. Maurice Lemoigne. — Dans cette courte note je n'ai pas la prétention de vous exposer la vie et l'œuvre de Louis Pasteur. Ce serait une tâche trop longue et trop vaste. J'évoquerai seulement quelques-uns de ses travaux sur lesquels est fondé la microbiologie, en insistant tout particulièrement sur les répercussions intéressant l'Agriculture.

***

Déjà connu dans les milieux scientifiques par ses publications sur la dissymétrie moléculaire, Pasteur, en 1854, alors âgé de 32 ans, est nommé doyen de la Faculté des Sciences de Lille. Il continue ses recherches de physique en utilisant comme matériel, les alcools amyliques provenant des fermentations des moûts de betteraves ou de mélasses. Il est ainsi en relations avec les distillateurs du Nord.

En 1856, l'un d'eux, Bigo, de Lille, lui demande secours. Ses fermentations marchent mal. La fermentation lactique se substituait à la fermentation alcoolique. C'était là un accident alors banal et bien des techniciens s'étaient efforcés de l'éviter.

Pasteur accepte d'étudier ce phénomène, se met de suite au travail avec le fils de M. Bigo, au laboratoire et dans diverses distilleries. Alors ce n'est pas seulement l'accident de la distillerie Bigo qu'il envisage, mais tout le vaste problème des fermentations et des putréfactions.

Ces phénomènes étaient connus et exploités empiriquement depuis l'antiquité. Les premières tentatives d'explication étaient dues à Willis en 1659 et surtout à Stahl en 1697. Pour eux, les ferments sont des corps doués d'un mouvement intime qui transmettent ce mouvement à la matière fermentescible.

Cependant, dans le cas de la fermentation alcoolique, Leuwenhoek, dès 1680, puis Desmazières en 1825 et simultanément, Kuntzig, Schwan et Cagniard Latour en 1835, avaient observé dans des moûts en fermentation la multiplication des cellules de levures. Cagniard Latour considérait même que celles-ci étaient des êtres vivants *susceptibles de se reproduire par bourgeonnement et n'agissant probablement sur le sucre que par quelque effet de leur végétation et de leur vie.*

Schwan pensait de même. Mais c'étaient là des opinions isolées ne reposant sur aucune base expérimentale solide.

Helmholzt, à la suite d'essais curieux, estimait que si la fermentation alcoolique pouvait être en corrélation avec la vie, il n'en était pas de même des autres fermentations et putréfactions.

En fait, quand Pasteur aborde cette question, c'est encore l'ancienne théorie de Stahl qui prévaut, perfectionnée et brillamment défendue par l'illustre chimiste Liebig. *La levure de bière, et en général toutes les matières animales et végétales en putréfaction, reporteront sur d'autres corps l'état de décomposition dans lequel elles se trouvent elles-mêmes ; le mouvement*

qui, par la perturbation d'équilibre, s'imprime à leurs propres éléments, se communique également aux éléments des corps qui se trouvent en contact avec elles.

La levure n'agit pas, parce qu'elle vit, mais parce qu'elle meurt.

Il en serait de même des autres fermentations, lactique, butyrique, etc. qui, toutes, proviendraient de la décomposition tissulaire d'un composé azoté, le ferment.

Frémy et Boutron, pensent qu'un même ferment donne successivement, au fur et à mesure de sa décomposition, les fermentations alcoolique, lactique puis butyrique.

A la suite d'observations et d'expériences nombreuses que je ne puis décrire, Pasteur publie deux mémoires qui ont une importance capitale; l'un sur la fermentation lactique en 1859 et le second sur la fermentation alcoolique en 1860.

Dans les deux cas, la fermentation est provoquée par un organisme vivant : la levure dans la fermentation alcoolique et par un organisme beaucoup plus petit dans le cas de la fermentation lactique. En 1861, il montre que la fermentation butyrique est due également à un organisme vivant, le ferment butyrique. Ce dernier organisme ne peut vivre qu'en l'absence d'oxygène. Pasteur met ainsi en évidence l'existence d'aérobies et d'anaérobies.

La même année, il montre que la transformation du vin en vinaigre est due aussi à un micro-organisme vivant, le ferment acétique qui transforme l'alcool éthylique en acide acétique.

Ainsi les fermentations sont provoquées par le développement de micro-organismes et, de plus, chaque fermentation est le fait d'organismes spécifiques. Cette notion de spécificité, qui devrait être évidemment nuancée, a eu une importance capitale dans l'étude de ces phénomènes.

Pasteur consulté par un distillateur pour un accident banal de fabrication a, en fait, par une étude approfondie du phénomène et des phénomènes analogues, créé une science nouvelle, la microbiologie.

Cette science qui a maintenant une centaine d'années, a eu des applications considérables en technologie agricole. Pasteur lui-même a abordé l'étude du vinaigre, du vin, de la bière. Ses successeurs ont étendu le domaine de la microbiologie à la laiterie, la cidrerie, l'œnologie et, en fait, à toutes les industries agricoles, à la sucrerie elle-même, industrie semble-t-il exclusivement chimique et mécanique.

Je ne puis citer tous les noms de tous les savants qui ont contribué à ce développement, qu'il me soit permis de rappeler ceux de nos compatriotes Duclaux, Kayser, Fernbach, Mazé, Guittonneau, Warcollier...

***

Mais la microbiologie ainsi créée a eu des répercussions dans bien d'autres domaines.

Dans un rapport de 1862, Pasteur cite une note posthume trouvée dans les papiers de Lavoisier et publiée par J.-B. Dumas : *Les végétaux puisent dans l'air qui les environne, dans l'eau et en général dans le règne minéral, les matériaux nécessaires à leur organisation.*

Les animaux se nourrissent ou des végétaux ou d'autres animaux qui ont été eux-mêmes nourris de végétaux, en sorte que les matières qui les forment sont toujours, en dernier résultat, tirés de l'air ou du règne minéral.

Enfin la fermentation, la putréfaction et la combustion rendent perpétuellement à l'air de l'atmosphère et au règne minéral les principes que les végétaux et les animaux leur ont empruntés. Par quels procédés la nature opère-t-elle cette merveilleuse circulation entre les trois règnes?

C'est à ce problème si important que s'attaque Pasteur. Il écrit en 1862 : *J'y ai déjà consacré six années de travail le plus assidu, et il me semble que je puis ajouter avec confiance que mes premiers résultats laissent entrevoir dès à présent la loi la plus générale de cet ordre de phénomènes.*

J'arrive, en effet, à cette conclusion, que la destruction des matières organiques est due principalement à la multiplication d'êtres organisés microscopiques.

On voit l'importance considérable de cette découverte. Mais une question impérieuse se pose à Pasteur. D'où viennent ces organismes qui, dans la nature, ont une telle activité? C'est alors qu'il aborde, malgré les conseils de prudence de Biot et aussi de J.-B. Dumas, le redoutable problème des générations spontanées, devenu pour certains un problème de métaphysique. Certes vers 1860, on ne croit plus à la génération spontanée des souris, des grenouilles et des mouches. Mais beaucoup de savants envisagent encore la génération spontanée, l'*hétérogénie* dit-on, des organismes inférieurs. En 1858, Pouchet publie une note sur *les proto-organismes végétaux et animaux nés spontanément dans l'air artificiel et dans le gaz oxygène*. Pasteur examine avec soin ce travail, expérimente lui-même et prouve que tous les essais démontrant l'existence de l'hétérogénie, sont en défaut. Il s'engage alors dans un combat qui devait durer plusieurs années, mais que je ne puis exposer ici.

En 1878 il écrit : *La génération spontanée, je la cherche sans la découvrir depuis vingt ans. Non, je ne la juge pas impossible.*

La conclusion de toutes ces recherches et discussions est que la destruction des matières organiques, par conséquent les fermentations, les putréfactions, sont dues à l'action de micro-organismes issus eux-mêmes d'autres organismes semblables.

Les conséquences de ces faits, importants en industries de fermentation, comme nous l'avons vu, le sont également en d'autres domaines.

***

Pasteur ne s'est pas lui-même occupé des microbes saprophytes du sol. Il a signalé seulement la présence de levures dans les terres de vignobles. Mais c'est de ses travaux que dérivent toutes les nombreuses et importantes recherches sur les micro-organismes de l'air, des eaux et du sol. Certes je ne puis, même à grands traits, envisager le développement de cette science nouvelle : la microbiologie du sol. Je ne citerai que quelques noms : Schlœsing et Müntz, en 1877, prouvent que la nitrification est due à des micro-organismes. Warrington confirme ces résultats et, en 1891, Winogradsky isole les bactéries responsables, les bactéries nitreuses qui transforment l'ammoniaque en acide nitreux et les bactéries nitriques qui oxydent l'acide nitreux en acide nitrique.

Pour la fixation de l'azote, je citerai seulement quelques précurseurs : Winogradsky en 1893 et Beijerinck en 1901, isolent des bactéries anaérobies et aérobies qui assimilent l'azote de l'air.

En 1871, Helbriegel et Wilfarth signalent l'important phénomène de la fixation de l'azote par les bactéries des nodosités de racines de légumineuses et, en 1888, Beijerinck isole ces bactéries.

Par la suite, de nombreuses découvertes sont faites qui concernent l'action des microbes dans les cycles de l'azote, du carbone, du soufre, du phosphore, du fer, du manganèse et autres éléments. La microbiologie des sols a pris un développement considérable et toutes ces découvertes dérivent des travaux de Pasteur.

***

Duclaux cite, dans son traité de Microbiologie cette phrase de Robert Boyle : « *Celui qui comprendra entièrement la nature des ferments et des fermentations sera probablement, bien plus que celui qui l'ignore, en mesure de rendre compte d'une manière satisfaisante, de divers phénomènes présentés par plusieurs maladies (les fièvres aussi bien que les autres), phénomènes qui ne seront probablement jamais bien compris sans une connaissance intime de la doctrine des fermentations.* »

Ses travaux antérieurs sur les actions microbiennes, conduisirent effectivement Pasteur à l'étude des maladies infectieuses.

En 1865, il aborde la question des maladies des vers à soie. En plein travail, en 1866, il est frappé d'hémiplégie. Il a 45 ans. Peu à peu il se remet et grâce à ses préparateurs, Gernez et Duclaux, il reprend ses recherches. En 1869, il se fait conduire à Alais, puis à Trieste, pour terminer son travail sur les vers à soie.

Après la guerre de 1870, profondément affecté, il reprend le travail et, après des recherches sur la bière, aussi importantes pratiquement que théoriquement, il se consacre à l'étude des maladies infectieuses : le charbon, la septicémie, le choléra des poules, les virus atténués, le vaccin du charbon et enfin la rage. Ce sont là des travaux si considérables, qui ont eu de telles conséquences pour la médecine vétérinaire et pour la médecine humaine, qu'une notice spéciale a été rédigée par notre Collègue, M. Bressou.

Cependant, je tiens à signaler des essais de Pasteur qui sont moins connus, sur la lutte biologique contre les ennemis des cultures. Actuellement de grands efforts sont faits, en France et à l'étranger pour cette lutte contre les insectes nuisibles, avec des bactéries et des virus. L'Agriculture peut attendre beaucoup, je crois, de ces techniques.

* * *

L'œuvre de Pasteur est un grand exemple, mais un exemple accablant tant cette œuvre est exceptionnelle.

Cependant un enseignement général s'en dégage. Toujours, dans ses travaux, la science fondamentale a été étroitement liée aux applications pratiques.

Mais à ce sujet, le mieux est de laisser la parole à Pasteur lui-même :

Il écrivait en 1871 : « *Un homme d'État essaya de montrer qu'il ne fallait pas être surpris qu'aujourd'hui le règne des Sciences théoriques cédait la place à celui des Sciences appliquées. Rien de plus erroné que cette opinion, rien de plus dangereux, oserais-je dire, que les conséquences pouvant résulter dans la pratique de ces paroles.*

Non, mille fois non, il n'existe pas une catégorie de Sciences auxquelles on puisse donner le nom de Sciences appliquées. Il y a la Science et les applications de la Science, liées entre elles comme le fruit à l'arbre qui l'a porté. »

C'est là un enseignement qui conserve actuellement toute sa valeur.

XXX. LA SCIENCE FORESTIÈRE ET LA LUTTE CONTRE L'ÉROSION AU XIXe SIÈCLE

M. Guinier. — Au milieu du XIXe siècle, une vingtaine d'années après l'organisation de l'enseignement forestier et la promulgation du Code forestier, sous l'action des anciens élèves de l'École forestière, avait commencé une œuvre de remise en ordre des forêts appartenant à des collectivités, « soumises au régime forestier »; progressivement des méthodes rationnelles de traitement étaient appliquées. Au nombre de ces méthodes, il faut citer la conversion des taillis sous futaie en futaies: c'est là l'application d'une idée de Lorentz qui, témoin de l'emploi croissant de la houille dans l'industrie, prévoyait le déclin du bois de chauffage et du charbon de bois.

Avec le temps, la sylviculture rénovée par Lorentz et Parade évoluait. Au contact des forêts, où s'étaient conservées les traditions des maîtrises des Eaux et Forêts, les forestiers praticiens modifiaient certaines méthodes, en tenant mieux compte des conditions, si variées, des forêts françaises. En particulier le traitement des sapinières par la méthode du « jardinage », considéré d'abord par Parade comme « d'une incontestable infériorité », a été remis en honneur. De cette évolution on trouve

trace dans les éditions successives de l'ouvrage de Parade, qui reconnaît avoir mis à profit les indications fournies par des forestiers de diverses régions. Ainsi se manifeste une circonstance que l'on retrouve dans toute l'histoire de la foresterie française : il y a liaison entre les forestiers qui ont charge d'enseignement et de recherches et ceux qui, dispersés sur le territoire, gèrent les forêts. La science forestière française est une œuvre collective. On s'est acheminé ainsi vers une sylviculture dont le caractère dominant est d'éviter la rigidité des méthodes et de tenir grand compte des conditions naturelles. C'est ce que Parade, en 1862, reprenant une idée dont on trouve trace dans des écrits de Buffon, déjà formulée, en 1805, par Dralet, un des rares fonctionnaires des maîtrises qui a poursuivi sa carrière après la Révolution, a exprimé en une phrase classique : « Imiter la nature, hâter son œuvre, telle est la mission fondamentale de la sylviculture. »

Cette évolution de la sylviculture se poursuit après la disparition de Parade et se manifeste notamment dans l'enseignement de ses successeurs. Une conception biologique de la forêt se renforce. Déjà Broilliard en 1878, qualifie la forêt d' « association vivante de végétaux » et on arrive, en 1889, à la définition de Boppe qui envisage la forêt comme « un organisme complexe dans lequel les végétaux, l'atmosphère et le sol entrent comme facteurs » et considère la sylviculture comme « la science qui étudie les phénomènes relatifs à la végétation naturelle et l'art d'exploiter celle-ci sans entraver son fonctionnement physiologique ». Ainsi se trouve affirmée, à la fin du XIXe siècle, la tendance de la sylviculture française.

Avec les années l'enseignement forestier, d'abord essentiellement limité à la science forestière, sylviculture et aménagement, s'est progressivement élargi. Pour les sciences naturelles, Auguste Mathieu, qui a longtemps occupé la chaire, a eu un rôle important. La *Flore forestière*, publiée en 1854, est le premier ouvrage de botanique où est définie l'écologie des végétaux ligneux; il a utilement appelé l'attention sur les insectes nuisibles aux forêts. Une chaire de Droit a été instituée: cet enseignement était important à une époque où de multiples questions de propriété et de droits d'usage devaient être résolues. L'enseignement de ce que l'on a appelé le Génie forestier comportant la topographie, la construction des routes, l'étude des scieries et machines à bois a été organisé. Une innovation importante a été, en 1871, la création d'un enseignement de la Chimie agricole et de la Physiologie végétale; la chaire a été confiée à Grandeau qui installa un laboratoire de chimie.

Un fait important est à mentionner vers 1880 : c'est le début de la recherche forestière. Longtemps la science forestière a reposé sur l'observation et l'intuition. L'utilité a été reconnue de recourir à l'expérimentation, expérimentation qui, d'ailleurs, en raison de la longévité des arbres, présente des caractères assez originaux. Déjà en 1865 avaient été organisées aux environs de Nancy, sous la direction de Mathieu, des observations de météorologie forestière, en vue d'établir l'influence des forêts sur le climat : de ces observations, poursuivies pendant trente-cinq ans, ont découlé certains faits devenus classiques. En 1882 a été fondée la Station de recherches et expériences forestières, rattachée à l'École forestière. Des places d'expériences ont été établies dans des forêts de types variés, pour suivre à des intervalles assez longs, les résultats des divers modes de traitement adoptés, tant du point de vue biologique qu'économique. Des recherches sur d'autres questions intéressant la forêt ont été aussi poursuivies. On doit citer spécialement les recherches de Fliche et Grandeau sur la nutrition minérale des arbres, dont certains résultats sont classiques, les études d'Émile Mer sur des questions de pathologie des arbres forestiers ainsi que sur la transformation de l'aubier en bois parfait, enfin les travaux d'Edmond Henry sur les sols forestiers, qui ont préludé à la pédologie.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, s'inscrit dans l'histoire de la foresterie française le développement de la technique de la lutte contre

l'érosion. Depuis longtemps dans les montagnes méridionales soumises à l'influence méditerranéenne et notamment dans les Alpes du Sud où le déboisement et le pâturage intensif avaient plus ou moins détruit la couverture végétale, l'érosion sévissait. Le mérite d'avoir étudié le phénomène et d'avoir indiqué les moyens de lutte possibles revient à un jeune ingénieur des Ponts et Chaussées, en résidence à Embrun. En 1843, Surell publiait une *Étude sur les torrents des Hautes-Alpes :* il y décrit les phénomènes d'érosion, le mécanisme de la torrentialité, établit, de façon précise, la relation entre la disparition de la couverture végétale du sol et l'érosion et, réciproquement, l'effet modérateur de la végétation et plus spécialement de la forêt. Les principes de la lutte contre l'érosion étaient ainsi énoncés. C'est ultérieurement que l'opinion publique, à la suite notamment d'une campagne où intervint le Maréchal Vaillant, fut alertée. Le résultat en fut la *Loi du 28 juillet 1860 sur le reboisement des montagnes*, suivie de la *Loi du 8 juin 1864 sur le gazonnement des montagnes.* C'est alors que fut conférée au corps forestier la tâche du reboisement en montagne, de la remise en état des pâturages et de la correction des torrents. Par l'expérience fut établie, dans les Alpess notamment, la technique de ce qui a été appelé la « restauration des terrains en montagne ». Cette technique comporte d'une part la réinstallation de la forêt, le reboisement et les mesures propres à maintenir en bon état les surfaces gazonnées, d'autre part des travaux d'art, barrages, clayonnages destinés à ralentir le cours des eaux, à retenir les matériaux entraînés, à consolider les berges des ravins. De cette époque datent d'importants travaux de correction de torrents et de reboisement dans les Alpes dont on peut mesurer actuellement l'efficacité. A cette époque aussi ont été réalisés d'importants boisements dans le Massif central, notamment dans les Monts Dores et la chaîne de Puys; grâce à ces travaux qui ont été d'abord mal compris par les populations, qui voyaient avec peine limiter l'étendue de leurs pâturages, ont été constituées des forêts productives dont bénéficient les habitants. A la suite d'inondations, en 1875, l'opinion publique, de nouveau alertée, se préoccupe de la nécessité de la lutte contre l'érosion et de la régularisation du régime des eaux. La *Loi du 4 avril 1882, relative à la restauration et à la conservation des terrains en montagne* a permis une action plus efficace. En application de cette loi, ont été effectués sur de vastes surfaces des travaux de restauration des montagnes qui ont été activement poursuivis jusque dans les premières années du XX^e^ siècle. A cette œuvre est lié le nom de Demontzey qui avait participé avec succès à l'établissement de la technique de la lutte contre l'érosion, technique qu'il a exposée dans un classique *Traité de reboisement.* Entouré de collaborateurs ardents, il a accompli une tâche dont les résultats sont remarquables. C'est à ces hommes, opérant souvent dans des conditions difficiles, que l'on doit les forêts de création nouvelle qui couvrent maintes pentes dans les Alpes méridionales ainsi que « l'extinction » de certains torrents jadis dangereux et l'amélioration du régime de la Durance et de ses affluents. Dans les Cévennes, sous l'action d'un forestier d'élite, Georges Fabre, ont été réalisés de vastes boisements, tels ceux du massif de l'Aigoual. La technique de la restauration des montagnes est une œuvre purement française dont se sont inspiré tous les pays qui ont entrepris de lutter contre l'érosion et la torrentialité. Comme en matière de sylviculture, il importe de remarquer que cette technique est, avant tout, le fruit des observations et expériences de forestiers praticiens.

Parallèlement au reboisement, les forestiers se sont préoccupés d'assurer en montagne le maintien ou la remise en bon état des pâturages, afin d'assurer la protection contre l'érosion. Une question d'ordre économique et social est d'ailleurs intervenue à cet égard. Pour soustraire les forêts à un pâturage qui leur est dommageable, il fallait assurer aux habitants des ressources suffisantes en herbe. D'où le souci des « améliorations pastorales »; les forestiers ont été amené à prendre en mains non

seulement la réglementation du pâturage, mais la construction de chemins, d'abreuvoirs, de halles à bétail, bref de travailler à l'établissement d'un équilibre sylvo-pastoral, base nécessaire d'une économie montagnarde rationnelle.

LA MODERNISATION DE LA TRACTION HIPPOMOBILE, ÉLÉMENT DE PROSPÉRITÉ DE L'EXPLOITATION FAMILIALE

M. J. Desoutter. - - Pour vous parler d'un sujet qui me tient à cœur, le cheval et la traction hippomobile, je veux pour une fois me souvenir que j'ai fait, dans ma jeunesse, des mathématiques spéciales, de la mécanique rationnelle, et même... et même que j'ai étudié l'arithmétique pour apprendre à faire des additions et des soustractions, opérations que trop de gens négligent de faire aujourd'hui, préférant se laisser guider par le sentiment et voir les choses non pas telles qu'elles sont mais telles qu'ils désireraient qu'elles soient, ce qui est le pire dérèglement de l'esprit.

Si je considère la partie cultivable du sol français, ces terrains étaient travaillés, il y a seulement quelques décennies, par des chevaux, des mulets, des bœufs, des vaches de trait, et même par des hommes, si l'on y ajoute les exploitations maraîchères et les jardins travaillés à la bèche.

Ce travail de la terre consistait en labours, hersages, roulage, etc., à quoi s'ajoutaient les travaux de semailles, de récolte, de déchaumage, de sortie de fumiers, épandage d'engrais, etc. La somme de tous ces travaux pourrait s'exprimer en kilogrammètres, auxquels correspondrait un équivalent en calories qu'il serait facile d'en déduire par le calcul. Ces calories étaient fournies par les moteurs animés cités plus haut, et qui, pour pouvoir les dépenser, consommaient un tonnage de nourriture déterminé par le rendement métabolique, et tenant compte également de leurs rations de croissance et d'entretien.

Or, aujourd'hui la plus grande partie des calories nécessaires est importée sous forme de carburant, qui libère ainsi dans le pays un tonnage de nourriture considérable, qu'il faut bien employer d'une façon quelconque.

Vous me direz que la population française a augmenté ces dernières années. Mais l'intensification de la production dans tous les domaines a compensé, et bien au delà, cette consommation supplémentaire.

Ajoutez à cela toutes les importations de denrées alimentaires, importations grandement facilitées aujourd'hui par des moyens de transport ultra-rapides, par le développement de la conservation, par l'emploi des frigorifiques, etc. Vous conviendrez qu'il n'est pas surprenant que nous atteignions la saturation du marché intérieur.

De plus les progrès de la science et de la technique permettent à l'industrie de fabriquer des produits qui souvent viennent concurrencer certaines productions agricoles de matières premières industrielles.

Évidemment les guerres sont venues, avec leur cortège de destructions, épuiser par deux fois les stocks, et détruire ou paralyser momentanément les moyens de production, si bien qu'au sortir de chacune d'elles, on a eu l'impression que l'on ne produirait jamais trop ou même jamais assez. Mais nous devons nous rendre compte aujourd'hui que, manquant en France de consommateurs générateurs d'énergie, nous avons été amenés à développer des productions animales et céréalières disponibles pour la consommation.

Or, on constate que la motorisation, si, dans de nombreux cas, elle facilite le travail du sol, n'a pas pour autant apporté une diminution des prix de revient, à en juger par les doléances des agriculteurs. Les représentants de ces derniers en effet, à l'occasion des manifestations de protestation qui se sont déroulées l'an dernier, ont souligné que ce sont précisément les exploitations les plus modernisées qui connaissent les plus grandes difficultés financières.

Cependant l'État subventionne les achats de matériel agricole, afin d'abaisser les frais d'investissement, alors que les achats de chevaux ne bénéficient pas de cet avantage.

Et maintenant que la disparition d'une quantité de chevaux, mulets, bœufs de trait a libéré un important tonnage de nourriture, il va falloir financer l'exportation des excédents, car bien entendu les prix mondiaux n'ont aucun rapport avec les prix de revient des divers pays exportateurs : pour exporter, ils abaissent les prix de vente autant qu'il le faut « pour que ça parte », quitte à dédommager par des procédés de dumping les producteurs.

Notez que je ne crois pas possible de laisser ceux-ci avec leurs produits sur les bras, pas plus qu'il ne saurait être question de supprimer la motorisation. Mais cela ne veut pas dire qu'il n'y ait rien à faire.

Tout le monde s'est accordé, et pour ma part je l'ai cru comme les autres, pour dire que la motorisation, c'est-à-dire le remplacement de la traction animée par le tracteur est un phénomène irréversible. Nombreux sont les cas où cette motorisation s'imposait de toute évidence. Mais nombreux également sont les cas où elle ne s'imposait pas du tout et dans lesquels le mobile de cette conversion n'était autre que le complexe d'infériorité qu'éprouve le conducteur de chevaux en face du mécano trônant sur son tracteur.

Mais en vérité cette irréversibilité est-elle absolument irrémédiable? Si un agriculteur constate que son tracteur le ruine, ne serait-il pas possible de lui permettre la reconversion en sens inverse?

Eh bien! nous avons, au sein de la Fédération nationale chevaline, pensé que nous ne devions pas nous borner à émettre des vœux, des lamentations et des regrets sur l'amenuisement de l'effectif chevalin, mais qu'il fallait entreprendre une œuvre plus constructive.

J'ai parlé l'an dernier d'un avant-train hippotracté multivalent. Donnant suite à cette idée, nous avons pu décider un constructeur de machines agricoles particulièrement compréhensif à mettre au point, en collaboration avec nous, un tel avant-train présentant les caractéristiques suivantes :

1° Il est muni d'un siège pour le conducteur, ce qui dispense ce dernier de parcourir à pied inutilement des kilomètres qui ne pourraient que le fatiguer et ralentir l'allure de ses chevaux.

2° Il est muni d'un moteur auxiliaire actionnant une prise de force, ce qui permet d'y atteler les matériels conçus pour tracteur, matériels qui ont été, ces dernières années, les seuls à bénéficier des études et perfectionnements des constructeurs, à l'exclusion des matériels hippotractés.

L'avant-train fonctionnera donc exactement comme un tracteur muni de prise de force; ce qui réduira considérablement la fatigue des chevaux qui n'auront plus à fournir qu'un effort de remorquage.

3° Le moteur auxiliaire pourra être utilisé à la ferme, sans même être obligatoirement démonté de l'avant-train, pour actionner une pompe, une scie, un moulin, une dynamo, etc.

4° Il satisfait au désir des jeunes agriculteurs d'utiliser des moteurs à explosions et un tel avant-train peut vraiment être qualifié de « moderne ». On n'aura pas à en rougir.

5° Le fait qu'il remorque les appareils conçus pour le remorquage par tracteurs facilitera la conversion aussi bien que la reconversion en sens inverse : chevaux → tracteur ou tracteur → chevaux, puisqu'il n'entraînera pas l'obligation de remplacer les outils tractés.

S'il peut faciliter la reversibilité tracteur → cheval, il pourra de même faciliter la motorisation et par conséquent la suppression des chevaux, mais du moins ce sera fait progressivement, économiquement et nous ne

serons pas assez sots pour le déplorer, car nous avons surtout comme objectif l'intérêt général et non pas le désir étroitement compris, de perpétuer l'usage des chevaux si leur suppression s'avérait souhaitable.

Vous avouerai-je au surplus que je ne compte pas tout à fait sur les bénéfices que sont susceptibles de m'apporter la demi-douzaine de poulinières ardennaises, qui me restent, pour faire fortune et élever ma nombreuse famille; et notre campagne en faveur du cheval a surtout pour objectif de rationaliser et d'harmoniser les modes de traction, afin d'abaisser les prix de revient.

6° L'emploi généralisé d'un tel avant-train devra faciliter l'entraide entre agriculteurs voisins puisque les matériels tractés seront les mêmes, qu'ils soient remorqués par un tracteur ou par des chevaux. D'où résultera une évidente économie d'investissements pour les petites et même pour certaines grandes exploitations.

Tant de gens ont dit pis que pendre de la traction hippomobile, considérant comme des *minus habentes* les « attardés » qui attèlent encore des chevaux, tant l'ont proclamé *urbi et orbi*, qu'il s'est créé une mystique de la motorisation, à tel point que l'on ne se donne même pas la peine de comparer les prix de revient des deux modes de traction. Non! On achète un tracteur pour faire comme le voisin, ou comme les Américains.

Or, j'ai idée qu'il y a encore aux États-Unis un certain nombre d'agriculteurs convaincus de la rentabilité de la traction hippomobile, car si en France il reste deux fabricants de fers à chevaux, en Amérique ils sont encore quinze à exercer cette profession. Cela implique la ferrure de plusieurs millions de chevaux (4 millions, si les chiffres qui m'ont été donnés sont exacts), et cela, malgré le bas prix du carburant, malgré les prix élevés de la main-d'œuvre, malgré la possibilité d'acheter les matériels les plus modernes et les mieux adaptés, malgré aussi que la terre soit moins morcelée que chez nous, malgré enfin que la dimension des exploitations se prête mieux qu'en France à la motorisation.

C'est par souci d'objectivité et de réalisme que nous avons reconsidéré le dogme de l'irréversibilité de la motorisation et tenté de trouver une solution à ce problème au moyen de l'avant-train multivalent. Il existe maintenant, cet avant-train. Il a été essayé dans la pratique et il est exposé à l'actuel salon de la Machine agricole (1).

J'ose espérer qu'il intéressera de nombreux agriculteurs et que ceux que le tracteur aura déçus n'hésiteront pas à rectifier le tir pour abaisser leurs prix de revient, puisqu'ils auront la possibilité de le faire à très bon compte.

Mais encore faut-il qu'ils puissent trouver les chevaux ou juments nécessaires. C'est pourquoi nous ne cessons de faire tous nos efforts pour maintenir l'effectif des poulinières et encourager la production chevaline, en dépit de l'incompréhension de quelques malveillants qui s'imaginent, ou tout au moins qui racontent, que nous ne voulons qu'achalander les boucheries hippophagiques.

Nous sommes très sincèrement convaincus que cette question est, en l'état actuel des choses, liée à la prospérité de l'exploitation familiale dont la survivance commence à être souhaitée par de très bons esprits. Les générations d'après guerre, en effet, beaucoup plus nombreuses que les précédentes, vont bientôt entrer dans le cycle du travail. S'il doit s'y ajouter, en même temps qu'une légion d'exploitants familiaux qui détèlent la main-d'œuvre étrangère que le marché commun nous amènera, il sera impossible d'employer tous ces hommes et de les loger dans les centres urbains; on en fera des aigris, des révoltés. Si l'on songe d'autre part que l'arrivée dans l'agglomération parisienne d'une famille qui quitte la terre, coûte au contribuable de plus en plus cher, quelque chose aujourd'hui comme 6 à 7 millions d'anciens francs par personne, si l'on songe

(1) Le constructeur est M. Mouzon, à Luzarches (S.-et-O.).

enfin que cet abandon de la petite exploitation ne fait pas baisser les prix de revient des produits agricoles, vraiment il serait incompréhensible que tout ne soit pas tenté pour enrayer un exode aussi préjudiciable au pays.

M. Baratte. — J'aurais, évidemment, quelques observations à présenter sur ce que vient de nous dire notre Collègue. En effet, pour ma part, je ne suis pas tout à fait d'accord avec lui sur bien des points.

Que la motorisation, soit irréversible, je l'ai dit ici même, je continue à le penser. Elle est irréversible pour des raisons techniques, et quand bien même utiliserait-on cet avant-train (qui est d'ailleurs lui aussi motorisé puisqu'il porte un moteur auxiliaire), quand bien même utiliserait-onc et avant-train on n'aura pas la possibilité, avec lui, d'employer bien des machines portées, notamment celles qui sont conçues pour l'attelage trois points et le relevage hydraulique.

Nous avions signalé et souligné à une époque antérieure à la crise des carburants (dûe à l'affaire de Suez) que si le tracteur vient à être immobilisé, la machine portée devient inutilisable.

C'est en ce sens que la motoculture est, dans une grande mesure, irréversible.

D'autre part — et je reste sur le plan technique uniquement —, la question de l'utilisation d'un moteur auxiliaire, sur une machine et ultérieurement à la ferme, a été bien souvent préconisée. Chaque fois, ou presque on s'est heurté à des difficultés qui sont essentiellement des difficultés de puissance.

Quand on recommandait, par exemple, l'utilisation d'un tracteur, d'une jeep, c'est-à-dire d'un moteur de 40 ou 50 chevaux, pour faire marcher un pistolet à peinture; c'était vraiment le marteau-pilon qui écrasait la mouche; cela coûtait extrêmement cher.

En fait, je crois que le moteur auxiliaire ne sera pratiquement jamais de la puissance qui conviendra pour un autre usage; il restera pendant l'hiver à la ferme, monté sur son avant-train, et il ne servira pas à autre chose.

D'autre part, je considère qu'au point de vue des carburants, ce que vient de nous dire notre Collègue est infiniment juste. Il est certain que, de plus en plus, comme nous avons eu l'occasion de le souligner après une communication de notre Confrère Chombart de Lauwe, l'agriculteur est obligé de s'intégrer dans l'économie générale. Il est très dommageable qu'on ne puisse pas avoir des tracteurs ou des moteurs qui fonctionnent au moyen d'un carburateur à avoine. Cela n'a pas encore été trouvé! C'est une des grosses difficultés de l'agriculture actuelle, nous ne pouvons pas utiliser nos fourrages pour faire marcher nos moteurs, et, nous ne possédons pas des tracteurs qui se reproduisent naturellement ou même par l'insémination artificielle. Nous sommes obligés de les acheter et d'acheter le carburant que nous mettons dedans.

Il y a là des difficultés économiques qui sont considérables.

Je pense tout à fait comme notre Collègue que, dans bien des cas, l'utilisation du tracteur n'a pas été une économie sur les prix de revient, mais je crois aussi qu'il est très difficile de freiner cette utilisation du tracteur. Conseiller l'agriculteur pour qu'il n'aille pas trop vite et pour qu'il ne se figure pas qu'avec un tracteur il aura résolu ses problèmes, c'est essentiel, c'est majeur. Je me tue à le dire depuis de nombreuses années.

Par contre, revenir en arrière et, quand on a acheté un tracteur, le vendre et revenir à la traction chevaline avec toutes les difficultés que cela comporte, notamment les difficultés psychologiques de main-d'œuvre, permettez-moi de dire que, personnellement, je n'y crois pas.

Maintenant que, pour le petit agriculteur qui est encore en train de se demander s'il doit ou s'il ne doit pas acheter un tracteur, qu'il attende quelques années en utilisant des méthodes transitoires, comme celles qui viennent d'être indiquées par notre Collègue, je suis tout à fait d'accord avec lui.

M. Bressou. — Je tiens à dire combien on est heureux d'entendre notre Collègue M. Desoutter défendre, comme à son habitude, le cheval avec tant de fermeté et de persévérance.

Je n'ai certes pas toute la compétence désirable pour prendre parti dans un débat qui oppose un « motoculteur » à un « animaliculteur ». Je pense cependant que dans cette confrontation les facteurs psychologiques sont dominants.

Sur le plan de la technique tout a été dit sur le caractère économique de la traction animale comparativement au coût dispendieux de la traction mécanique. Mais les jeunes sont attirés par la motorisation de toutes choses, particulièrement par les facilités du travail de la terre qu'elle procure et la vie plus agréable qui en résulte; les moyens publicitaires dont dispose l'industrie savent du reste entretenir et développer cet engouement.

Si les constructeurs s'ingéniaient à proposer à la clientèle des machines à traction animale de plus en plus perfectionnées, de plus en plus appropriées aux besoins de la petite et moyenne exploitation, ils répondraient aussi bien aux goûts actuels des jeunes cultivateurs qu'au besoin de faciliter ce genre de traction et d'augmenter son rendement.

Le problème majeur, sur lequel M. Desoutter a maintes fois attiré l'attention, est celui de la disparition progressive du cheval; les effectifs s'amenuisent chaque jour au point qu'il ne sera bientôt plus possible d'obtenir le modèle propre à la culture. Les demandes croissantes de l'hippophagie, toujours en progrès, conduisent l'éleveur à rechercher surtout l'aptitude « bouchère » alors que le maintien de la traction animale améliorerait le modèle à aptitudes mixtes, pour le plus grand bien de l'économie.

On pourrait évoquer aussi l'apport difficilement remplaçable du cheval à la fertilisation du sol, mais il est un point, certes très particulier mais important, que je tiens à signaler : c'est le rôle que joue le cheval, dans les laboratoires, pour la production des sérums et vaccins thérapeutiques humains. Le cheval est ici indispensable au point que l'on est forcé aujourd'hui d'importer des chevaux de l'étranger, faute de chevaux français, pour assurer les fabrications dont le pays a besoin.

J'estime donc que le problème de la production chevaline est capital pour notre agriculture et pour notre économie et je ne peux qu'appuyer M. Desoutter dans la campagne qu'il poursuit avec tant de vaillance.

M. Decoux. — Je voudrais complimenter M. Desoutter pour la défense qu'il a prise du cheval.

En Belgique, il y a de petits exploitants qui veulent se mécaniser à tout prix et acheter des tracteurs. Avant tout, le point de vue économique devrait être considéré. A partir de quelle superficie le tracteur devient-il intéressant? A partir de quelle superficie l'exploitant peut-il consacrer un certain capital, non pas seulement à l'achat d'un tracteur, mais de tous les appareils de motoculture?

Parallèlement, jusqu'à un certain point, je ne partage pas l'avis de mon ami Baratte. Je crois qu'il faut surtout voir, dans l'achat du tracteur, chez un paysan déterminé, dans un village déterminé, beaucoup plus l'ambition et le désir de rivaliser avec son voisin.

Or, 300 heures de travail pour un tracteur, c'est évidemment trop peu pour l'amortir et payer son entretien.

Le problème s'étend quand il s'agit d'un petit cultivateur qui a un tracteur et qui se dit ceci : « Pour pouvoir payer l'entretien et l'amortissement de ce tracteur, il me faut plus de terres. » Et il cherche à acheter.

Le problème se complique de plus en plus si bien que, pour le petit cultivateur en question, ce tracteur est plutôt un mal qu'un bien. Je rends hommage à M. Desoutter d'avoir bien voulu prendre la défense du cheval.

M. Desoutter. — D'après les chiffres admis par le Ministère, il reste en France environ 1 200 000 exploitations de moins de 10 hectares. Or, il nous reste 1 500 000 chevaux, c'est-à-dire qu'il reste à peu près un cheval et quart par exploitation de moins de 10 hectares.

Je considère que descendre en dessous de cet effectif serait à proprement parler de l'aberration, si nous ne voulons pas supprimer l'exploitation familiale.

Il est évident qu'une petite exploitation de quelques hectares n'a pas, pour employer un tracteur, un travail suffisant à lui faire faire pendant l'année.

Les Allemands prétendent que, pour qu'un tracteur soit rentable, il faut qu'il travaille 900 heures par an, bien que chez eux le matériel coûte moins cher qu'en France.

Or, il y a trois ou quatre ans, j'ai lu le compte rendu d'une enquête faite dans trois départements de l'Est, où déjà, à ce moment-là, 30 p. 100 des tracteurs travaillaient moins de 500 heures par an.

Je crois qu'il faut non plus faire du sentiment, mais calculer, comme je le disais tout à l'heure et apprendre à faire des additions et des soustractions pour étudier les prix de revient.

Maintenant, je réponds sur un point à M. Baratte. Je lui demande de bien vouloir examiner, au Salon de la Machine agricole le polyculteur établi par les établissements Mouzon qui ont bien voulu réaliser cet avant-train hippotracté; M. Baratte pourra constater qu'il a les caractéristiques du tracteur et qu'il peut porter les mêmes outils. Je serai heureux de lui en reparler à une prochaine occasion, lorsqu'il aura eu la curiosité de l'examiner.

M. Gillouard. — Malgré les objections de notre Confrère Baratte, faites même avec un certain humour, je tiens à dire mon parfait accord avec l'exposé de notre Confrère Desoutter. On perd le goût du cheval, par engouement pour les raisons qui viennent d'être expliquées, et parce qu'on ne sait pas compter; de plus la jeune génération ne sait pas utiliser le cheval.

Il y a quelques années encore, avec la traction combinée, chevaux et tracteur, on utilisait les tracteurs lorsque les chevaux étaient insuffisants au travail exigé. Aujourd'hui, lorsqu'il existe des chevaux dans une ferme, on s'en sert quand, par hasard, le tracteur ne peut pas suffire. On a perdu le sens de l'emploi de la traction hippomobile et son intérêt.

La motorisation est très alléchante; les tracteurs sont extrêmement captivants, mais il ne faut pas oublier que le prix de revient est généralement infiniment plus élevé, j'entends, dans certains cas, et en particulier pour l'exploitation familiale.

Mes chers Confrères, ce débat entre points de vue légèrement opposés m'a beaucoup intéressé, mais, en vérité mon accord va pleinement à l'exposé que nous a fait notre Confrère Desoutter. Je suis convaincu comme lui-même que le cheval conserve sa place dans la plupart de nos exploitations.

M. Baratte. — Il y a encore un point sur lequel j'aurai l'occasion de revenir prochainement; bien entendu, j'irai avec le plus grand plaisir voir la machine dont parle notre Collègue M. Desoutter. Je me propose de vous en entretenir ultérieurement.

Je voudrais seulement revenir sur un point concernant l'amortissement du tracteur et que j'ai déjà souligné. Je pense qu'il faut encore en reparler.

Je suis d'ailleurs heureux de la présence aujourd'hui de M. Decoux, car il vient de se produire, en Belgique, un événement, je crois, significatif. Bien que n'ayant pas eu l'occasion d'aller au Salon de la Machine agricole de Bruxelles, j'ai appris qu'à ce salon il y avait un stand où se trouvait une organisation importante concernant la vente du tracteur d'occasion.

Or, j'estime que, dans bien des cas, il est impossible, pour un agriculteur, d'amortir seul un tracteur. Autrement dit s'il ne peut l'utiliser par exemple plus de 300 heures par an, il ne peut, raisonnablement, acheter un tracteur neuf et l'amortir en vingt ou trente ans!

Si l'on veut diminuer le prix de revient horaire, largement grevé par un amortissement trop lourd, il y a plusieurs solutions. Il y a une solution que nous pourrons appeler horizontale et une solution que nous dirons verticale. La solution horizontale consiste à employer des coopératives d'utilisation du matériel. Cela existe déjà dans bien des régions avec des résultats extrêmement intéressants. Il y a également la solution « verticale » qui consiste à utiliser un tracteur, de seconde main. En fait, un agriculteur achète un tracteur neuf, puis le revend après l'avoir employé pendant 3, 4 ou 5 000 heures. Une révision relativement légère permet encore au tracteur d'accomplir 1 500 ou 2 000 heures de travail, sans ennuis.

Ainsi un tracteur peut être acheté dans des conditions de bon marché qui permettent un amortissement raisonnable pour un emploi de quelques centaines d'heures par an.

Il y a, à l'heure actuelle, des difficultés importantes à de telles solutions, parce que, jusqu'ici, au cours des dernières années, l'évolution de la technique a été trop rapide pour organiser facilement ce genre de marché d'occasion. Aujourd'hui il y a des chances pour que, d'ici trois ou quatre ans, un tracteur acheté cette année soit encore « moderne » au point de vue des diverses techniques, par suite d'une certaine stabilisation de celles-ci. Par conséquent celui qui l'achètera d'occasion pourra encore l'utiliser dans des conditions convenables. Ces dernières années la technique progressait trop vite, et lorsqu'un agriculteur achetait un tracteur vieux de trois ou quatre ans, il avait quelque chose de trop démodé qui n'était plus adapté aux techniques du jour.

Voilà une des difficultés et peut-être un des espoirs dans la possibilité de mieux amortir le matériel trop coûteux.

M. Bressou. — Je voudrais poser une question à M. Baratte :

Est-ce que la solution qu'il préconise ne va pas amener l'encombrement du marché des tracteurs, comme on l'a vu pour l'automobile où le marché a été encombré par l'automobile d'occasion?

M. Baratte. — Peut-être, et je le souhaite, car, dans ce cas là, ceux qui ne sont pas outillés pour fabriquer convenablement, disparaîtront. C'est indispensable.

Voyez, autrefois, il y avait 40 ou 50 marques de voitures automobiles. On choisissait une voiture de 50 centimètres plus longue, avec un peu plus de largeur, le toit un peu plus haut, etc.

Aujourd'hui on vous dit : Voilà mon modèle, le voulez-vous ou ne le voulez-vous pas?

Grâce à cette formule, c'est bien construit, et d'une façon plus économique. Bien que la comparaison soit malaisée, on peut dire qu'approximativement, une voiture coûte le tiers ou le quart de ce qu'elle coûtait avant la guerre de 1914.

On peut espérer que, pour le tracteur, il en sera de même.

M. Desoutter. — M. Baratte nous dit qu'il est possible d'acheter à bon marché des tracteurs d'occasion.

Sans doute! Mais d'une part il a tout de même fallu que leur premier propriétaire les amortisse. D'autre part il faut s'attendre avec eux à de gros frais d'entretien et de réparations.

Avec une jument, dont le prix de vente en boucherie vaut la moitié ou les deux tiers du prix d'achat, pour peu qu'elle donne un poulain dans sa vie, l'amortissement est nul.

IMPRESSIONS SUR L'ÉCONOMIE AGRICOLE BRITANNIQUE

(*Note remise par* **M. Chombart de Lauwe**)

Avec les élèves de la Section économique de Grignon et quelques agriculteurs de l'Eure, un court voyage d'études d'une semaine nous a conduit successivement à Londres (Ministère de l'Agriculture), Cambridge, Reading et Gloucester. Qu'il me soit tout d'abord permis de remercier M. Arthur Jones, conseiller chef en matière de gestion des exploitations agricoles auprès du Ministère de l'Agriculture, et le Pr E. Thomas, doyen de la Faculté d'Agriculture de Reading, d'avoir parfaitement organisé ce déplacement (1). Je tiens à leur dire qu'il est agréable d'être reçu amicalement dans un pays où les discussions sont objectives, où les horaires de réunions sont strictement respectés et où l'emploi du temps est adapté aux possibilités d'assimilation du visiteur. Ce sont là de non négligeables progrès économiques mesurés en productivité du travail intellectuel!

Voici maintenant quelques impressions inévitablement hâtives sur la politique agricole, la vulgarisation et l'aide aux petits exploitants.

Politique agricole (2)

Le Royaume-Uni est un pays où la fameuse parité entre le pourcentage de la population active agricole dans la population totale et le pourcentage de l'agriculture dans le revenu national est à peu près respectée : 4,3 p. 100 et 4 p. 100 (3). Mais, la situation de ce pays, berceau de la civilisation industrielle, est très particulière puisqu'il ne compte plus que 1 million de travailleurs agricoles sur 23 millions de travailleurs civils en 1959. Cette population agricole est répartie dans 362 000 exploitations d'une surface moyenne de 28 hectares (Angleterre et Pays de Galles). La situation est donc bien différente de la France ou plus de 5 millions de travailleurs agricoles, représentant 26 p. 100 de la population active, sont répartis dans 2 267 000 exploitations d'une surface moyenne de 14 hectares.

Le Royaume-Uni ne demande que 50 p. 100 de son approvisionnement calculé en valeur au sol national; il importe le reste, principalement des Pays du Commonwealth à raison de 36 p. 100 du total des importations agricoles en 1958. Pour payer ces lourdes importations agricoles, il est dans la nécessité absolue d'exporter des produits industriels. Les exportations de toutes catégories représentent 17 p. 100 du produit national brut; c'est d'elles que dépendent le niveau de vie de la population. Alors, l'agriculture avec son million de travailleurs n'est plus qu'une petite activité dans la collectivité nationale pour laquelle les Pouvoirs publics peuvent faire certains sacrifices. Mais l'aide à l'agriculture ne devra jamais prendre une forme telle qu'elle puisse gêner les exportations industrielles en renchérissant les prix des denrées alimentaires (ce qui augmenterait les salaires).

Disons tout de suite que les agriculteurs nous paraissent fort bien défendus sur le plan politique et professionnel. La *National Farmer Union*

(1) Notons aussi l'aide amicale apportée par les Services de M. Libersart, ministre plénipotentiaire, conseiller commercial à l'Ambassade de France à Londres.

(2) Sauf exception signalée, les données chiffrées contenues dans ce paragraphe sont tirées de l'excellent ouvrage statistique : The State of British Agriculture 1959-60 par K. E. Hunt et K. R. Clark, Oxford 1960. Les livres ont été converties en NF sur la base de 14 NF pour une livre anglaise.

(3) Tout économiste ne peut attacher qu'une valeur limitée à ces suggestifs pourcentages.

déploie une grande activité auprès des Pouvoirs publics, du Parlement, des groupes industriels et dans la presse où elle fait paraître des placards pour expliquer le rôle de l'agriculture dans la Nation. Cette association dispose de moyens financiers considérables grâce au taux élevé des cotisations payées par ses adhérents : 5,25 NF par hectare dans les régions visitées contre 0,40 NF perçu par la Fédération départementale des Syndicats d'exploitants agricoles de l'Eure.

Mais ceci n'est pas suffisant pour expliquer l'actuelle politique de soutien à l'agriculture. En 1947, la période du *food at any cost*, c'est-à-dire la production agricole à n'importe quel prix pour faire face aux besoins de guerre est terminée. Il est alors nécessaire d'obtenir une production agricole moins coûteuse.

C'est donc en 1947 que la *loi sur l'agriculture* a précisé le but essentiel de la politique agricole : « *Une industrie agricole stable et efficiente, capable de produire la quantité de denrées alimentaires et d'autres produits agricoles exigée par l'intérêt national de la Grande-Bretagne, et de la produire aux prix minima compatibles avec une rémunération et des conditions de vie adéquates pour les agriculteurs et les ouvriers agricoles ainsi qu'avec un revenu adéquat pour les capitaux investis dans l'agriculture* (1). » Trois notions émergent de ce texte bien balancé : productivité de l'agriculture, bien-être des agriculteurs et intérêt général; étant donné que ce dernier est défini par les Pouvoirs publics les agriculteurs ne bénéficient d'aucune garantie automatique à moins que les rapports de prix ne restent stables.

Mais cette stabilité constitue, on le sait en France, un réel danger économique. C'est pourquoi en 1957, une loi a précisé que les prix agricoles garantis consentis aux agriculteurs pouvaient, après une discussion annuelle entre les représentants de la Profession et de l'Administration, être diminués mais pas de plus de 2,5 p. 100 par an dans leur ensemble et de 4 p. 100 pour chaque produit. Toutefois, comme on va le voir, ce serait une lourde erreur que de limiter la politique agricole britannique à une question de prix.

Le *support* accordé à l'agriculture britannique est tout simplement colossal. En 1959, le revenu net de l'agriculture s'est élevé à 4 984 millions de NF et le *support* à l'agriculture pour l'année 1959-1960 à 3 626 millions de NF. Il ne serait pas tout à fait exact de dire, en faisant le rapport de ces deux grandeurs, que le *support* à l'agriculture représente 72 p. 100 du revenu net agricole (parce que certaines subventions sont faites en capital), mais il en constitue une bonne partie comme le montre la répartition simplifiée suivante :

	Millions de NF
I. — *Soutien aux prix*	2 209,2
II. — *Aides et subventions :*	
— Engrais et amendements	560
— Retournement de prairies	130,2
— Améliorations foncières	64,4
— Subventions pour l'amélioration du cheptel	410,2
— Subventions pour les installations des exploitations	107,8
— Subventions à la production marginale	23,8
— Aide aux petits exploitants	26,6
— Divers	18,2
— Frais d'administration pour les dépenses précédentes	77
	1 418,2
Total I et II	3 627,4

(1) Traduction extraite du Document n° 185, Annexe, 24 mars 1960. Service de Presse de l'Ambassade britannique à Paris.

Ainsi, le soutien aux prix représente 61 p. 100 du total du *support* à l'agriculture. Nous ne pouvons évidemment décrire ici le compliqué mécanisme des prix. Le principe général est le suivant : si le prix moyen du marché d'un produit tombe au-dessous du prix garanti, le Gouvernement paie à chaque producteur la différence correspondant à la quantité qu'il a vendue. Mais, pour certaines cultures, il y a en plus des subventions à l'hectare semé, etc. Nos amis anglais justifient ces complications par leur *esprit pratique* qui se soucie seulement du but recherché. Mais l'homme du continent qui vient d'être éprouvé par le cruel instrument de torture que constitue l'antique système de mesures anglais, se demande si certaines réformes ne sont pas nécessaires là pour simplifier et ici pour adopter le système métrique.

Dans les *aides et subventions* qui représentent 39 p. 100 du total du *support* à l'agriculture et *qui permettent d'agir sur la productivité*, on notera la priorité accordée aux engrais et amendements (40 % du total), *l'enviable effort pour l'amélioration du cheptel* (29 % du total), les subventions pour le retournement des prairies permanentes (235 NF par hectare retourné) et enfin le coût élevé des frais d'administration des subventions qui représente plus de 5 p. 100 des dépenses. Nous reviendrons plus tard sur l'aide aux petits exploitants.

Quels sont les résultats de cette politique agricole? Les agriculteurs ne manquent pas de claironner l'augmentation de la production, soit 70 p. 100 en 1960 par rapport à l'avant-guerre. La Grande-Bretagne n'importe plus que 50 p. 100 des denrées alimentaires consommées (en valeur) contre 65 p. 100 avant la guerre.

Le *support* à l'agriculture permet-il d'avoir des prix comparables avec ceux des pays du Continent? De telles comparaisons sont, comme l'on sait fort incertaines, mais le document suivant contraint à la réflexion :

PRIX MOYENS REÇUS PAR LES AGRICULTEURS EN 1959-1960
(en dollars américains)

	ROYAUME-UNI	FRANCE	DANEMARK	ALLEMAGNE OCCIDENTALE	ITALIE
Blé (100 kg)	7,42	7,73	7,24	10,12	10,47
Orge (100 kg)	7,57	6,33	6,66	10,05	7,94
Betterave à sucre (100 kg)	1,80	1,33	1,12	1,61	1,35
Pommes de terre (100 kg)	3,56	4,11	3,38	4,12	3,24
Viande bovine (Valeur moyenne pour 100 kg de poids vif pour l'ensemble des bovins de boucherie sauf veaux)	39,80	38,49	30,70	46,55	51,93
Viande porcine (100 kg de poids vif pour la catégorie la plus représentative)	46,30	50,04	60,24 (1)	57,33	51,61
Lait entier (100 kg)	9,41	6,04 (2)	6,28	8,00	7,18

(1) Poids en carcasse.
(2) En 1958-1959.
Source du tableau : Prix des produits agricoles et des engrais en Europe 1959-1960. Nations-Unies et F.A.O., Genève, 1960.

Ainsi les prix agricoles anglais reçus par les agriculteurs sont certes inférieurs aux prix agricoles allemands, mais ce n'est guère une référence! Par contre, ils sont, en général, supérieurs à ceux de la France et surtout à ceux du Danemark qui a des conditions de production naturelles et économiques (dimension des exploitations), moins favorables.

Résultat plus satisfaisant, le niveau de vie des agriculteurs anglais est très probablement, *pour la moyenne des agriculteurs*, un des plus élevés d'Europe. Enfin, même si l'agriculture britannique reçoit une aide, la méthode accordée a le grand mérite de la franchise : on connaît chaque année le montant de cette aide puisqu'elle n'est masquée par aucun camouflage; c'est un transfert de revenu au grand jour. Le consommateur anglais s'approvisionne à un marché où les prix des produits alimentaires ne sont pas encore grevés du *support* à l'agriculture, de telle sorte que le ravitaillement est bon marché. Voilà un bon avantage pour les nécessaires exportations industrielles.

D'ailleurs une augmentation des importations agricoles (résultant d'un moindre soutien à l'agriculture) nécessiterait, pour équilibrer la balance commerciale, un accroissement des exportations industrielles. Or, la demande de celles-ci sur le marché international est peu élastique. Le soutien à l'agriculture est donc une nécessité.

Ces considérations optimistes ne sont pas partagées par tout le monde au Royaume-Uni. Le célèbre journal *The Economist* n'hésite pas à écrire que, si l'on adopte un point de vue cynique, le pays est « malheureusement contraint par la nécessité purement politique de sucrer ses agriculteurs » (1).

Pour les industrialistes, il ne faudrait pas accorder beaucoup de crédit aux arguments traditionnellement invoqués pour soutenir l'agriculture : argument stratégique à cause des bombes atomiques, argument social qui ne serait que sentimental, argument de l'aménagement du territoire qui ne serait qu'inutile.

Ces opinions sont extrêmes; d'autres critiques plus nuancées et visant à freiner la politique de soutien doivent retenir l'attention.

Le Royaume-Uni est un des pays où le soutien à l'agriculture et au ravitaillement est le plus fort du monde; ce soutien représentait en 1955-1956 42 p. 100 du produit brut de l'agriculture contre 16 p. 100 aux Pays-Bas, 15 p. 100 en Suisse, 10 p. 100 aux États-Unis, 7 p. 100 en France et en Allemagne, 1 p. 100 au Danemark. Si l'on divise le montant du *support* à l'agriculture par le nombre des 300 000 chefs d'exploitations à plein temps, on trouve une somme comprise entre 11 200 et 14 000 NF par tête et par an (2). Cela paraît merveilleux à un Français.

Aussi bien, avec de telles sommes, on pourrait imaginer que tous les agriculteurs sont satisfaits. Il n'en est rien car la répartition est souvent injuste : elle favorise les gros agriculteurs qui font facilement des bénéfices annuels de plusieurs milliers de livres. « La moitié des chefs d'exploitations agricoles britanniques obtiennent un peu plus, et dans quelques cas, moins que le salaire de l'ouvrier agricole comme revenu de leur travail et de leur capital d'exploitation » (3) (4). En Allemagne, les travailleurs d'un tiers seulement des exploitations avaient en 1957 un revenu égal ou supérieur à celui des autres professions prises pour bases de comparaison. En France, ils seront encore probablement encore moins nombreux d'après l'application de la loi du 5 août 1960. Ah! la fameuse parité entre les rémunérations des agriculteurs et des autres professions ne serait-elle qu'un mirage!

C'est pourquoi, au Royaume-Uni, les Pouvoirs publics se sont efforcés au cours des dernières années, soit d'augmenter la proportion des sub-

(1) *The Economist*, 21 février 1959. (2) *The Economist*, 28 février 1960.
(3) *The Economist*, 28 janvier 1961. (4) Salaire minimum de l'ouvrier agricole adulte en 1960 : 112 NF par semaine.

(environ 1/3 par rapport au soutien des prix) dans le total du *support* à l'agriculture, est d'aider les petits agriculteurs comme on le verra tout à l'heure.

D'autres économistes insistent sur une sorte de cristallisation de la structure agricole anglaise alors que tous les autres secteurs de l'économie se transforment : le nombre des entreprises agricoles qui était de 363 000 en 1946 était de 362 000 en 1957. Les agriculteurs seraient donc des privilégiés.

Quoi qu'il soit le degré de croissance économique, la politique agricole est toujours aussi controversée et difficile à définir. Nous ne discuterons pas les arguments précédents. Nous nous contenterons de deux considérations fondamentales. La première est que l'aide à l'agriculture dans n'importe quel pays peut être diminuée, mais jamais arrêtée car, comme nous l'avons dit ailleurs, il y a des obligations de la société à l'égard des agriculteurs, des *quasi-contrats résultant de la croissance économique*. En second lieu, quelle que soit la politique agricole, le progrès technique est une nécessité si l'on ne veut pas se laisser distancer par les autres pays.

Vulgarisation agricole

L'agriculture britannique est, suivant l'expression toujours valable d'Arthur Young, une « agriculture fondée sur l'expérience ».

Nul doute que la vulgarisation agricole technique ne soit efficace. Voici l'exemple flatteur de l'insémination artificielle des porcins : 40 p. 100 des effectifs en 1955, 70 p. 100 en 1959 et 80 p. 100 en 1960.

Aussi bien le Français est-il tout disposé à couvrir de lauriers, avec quelque envie, le Service national de Vulgarisation agricole de l'Angleterre et du Pays de Galles. Par contre, l'économiste sera appelé à formuler quelques réserves.

Louons tout d'abord la simplicité de l'organisation qui réalise une étroite coopération entre la vulgarisation, la recherche et l'enseignement. Le Service national de Vulgarisation agricole qui groupe toutes les activités techniques en matière de vulgarisation a trois échelons : national, régional et de comté. L'échelon national donne l'impulsion aux sept régions dont chacune couvre à peu près l'étendue de trois départements français. A l'échelon régional, le Directeur est assisté par un groupe de spécialistes répartis dans trois branches : *Science* (chimie du sol; chimie de la nutrition animale; entomologie, pathologie des plantes, bactériologie), *Production agricole* (prairies, machines agricoles, animaux, lait, basse-cour) et *Horticulture*. Dans une province visitée il y avait 24 spécialistes. A l'échelon du comté on trouve de nouveau une équipe de spécialistes (de 1 à 6 pour la zootechnie, la basse-cour, le machinisme agricole et l'horticulture) et un Conseiller agricole par district correspondant à 700 exploitations de plus de 6 hectares. Tous ces services sont informés sur le plan national par 12 centres expérimentaux agricoles et 8 centres expérimentaux horticoles. De plus dans les centres régionaux et dans les grandes exploitations, des expérimentations sont poursuivies par les conseillers.

Dans tout cela, rien d'économique. Les 10 Universités ont une Faculté d'Agriculture qui s'en charge. Le Département d'Économie rurale des Facultés a pour missions l'enseignement agricole supérieur (1 ans d'études dont 1 année spécialisée), la recherche économique (à Reading, 12 chercheurs travaillent dans des domaines très différents) et la vulgarisation économique avec les Services de vulgarisation agricole. Dans ce dernier domaine, on note trois attributions principales : l'étude de la conjoncture agricole, la collecte de la documentation pour la fixation des prix agricoles pour le Ministère de l'Agriculture, et enfin l'établissement de références techniques et économiques qui seront utilisées par les vulgarisateurs. Pour ce dernier travail, le Département d'Économie rurale a un agent

. liaison avec les Services de vulgarisation agricole qui étudie les besoins
cette administration et diffuse les méthodes et les références auprès
s conseillers. Car, et c'est là une remarquable et, à notre avis, discutable
gularité, il n'y a pas de conseiller de gestion spécialisé: on estime en
gleterre, que tous les conseillers doivent avoir une formation économique de base de telle sorte que la spécialisation ne serait plus nécessaire.

Notons, constatation étonnante pour un Français, que tous ces services obtiennent assez aisément, semble-t-il, les crédits nécessaires **ur leur fonctionnement ou leur expansion.**

Enfin, pour compléter les informations sur ces services, *centralisés et cialisés*, et certainement efficients sur le plan technique, ajoutons e les Anglais, avec leur esprit pratique, ont le génie de la simplification s méthodes de travail: ainsi l'Europe entière doit s'inspirer de leurs tructions administratives très claires et de leurs formulaires toujours mpréhensibles. Signalons aussi combien ils sont libéraux dans l'emploi s méthodes de gestion: les vulgarisateurs peuvent utiliser, comme ils ntendent, telle ou telle méthode (méthode d'analyse de groupe, dûts de production par produits, de programme planning, etc.).

Mais l'économiste (s'il veut conserver son nom) est appelé à poser elques questions à propos de ce système de vulgarisation. La structure gricole de ce pays où la dimension moyenne des entreprises est bien plus ande que sur le continent n'est-elle pas favorable à l'efficience et ne permettrait-elle pas d'avoir un réseau plus dense de conseillers? La coopération tre la Profession et l'Administration pour la vulgarisation est-elle assez roite au sein du majestueux Conseil national pour l'Amélioration de griculture et des pacifiques Conseils de comté? A une époque où la vision du travail s'accentue et où la discipline de l'économie rurale se mplique sans cesse, des Conseillers spécialisés pour la gestion des ploitations agricoles ne sont-ils pas indispensables? Les Facultés Agriculture ne font-elles pas un travail administratif dans le domaine onomique qui ne cadre pas avec leurs attributions de recherche? Les ethodes de gestion utilisées (qui ressemblent étrangement aux nôtres ais qui ont tout de même eu le mérite de les précéder) n'ont-elles pas soin d'être rapidement perfectionnées notamment pour contrôler la ntabilité des capitaux investis et pour abaisser le coût de la vulgarisation?

Signalons d'ailleurs que, sur ce dernier point, les Anglais ont commencé un essai pour faire bénéficier un plus grand nombre d'agriculteurs Conseil de Gestion en s'inspirant des méthodes allemandes de conseil r les normes caractéristiques du système de production.

Enfin, en conclusion de ces observations interrogatives nous voudrions en être certains que les Anglais pensent comme nous-mêmes, que, dans avenir, la vulgarisation sera étroitement dirigée par l'Economique. La technique propose, l'économique dispose. Le plan d'assistance aux tits agriculteurs va nous en fournir un exemple.

Plan d'assistance aux petits agriculteurs

Puisque la politique de soutien à l'agriculture favorise les grosses xploitations plus que les petites, il est normal de tenter de transférer à s dernières une partie du revenu agricole par des mesures spéciales. dée n'est pas neuve dans le monde mais, en Angleterre comme ailleurs, ide aux *techniquement et économiquement faibles* rencontre quelques fficultés.

En Angleterre le premier essai date de 1943 avec l'aide aux exploitations des terres marginales, c'est-à-dire très défavorisées: il est encore oursuivi, mais il est question de l'abandonner parce qu'il ne profite qu'à os entreprises irrémédiablement condamnées par suite de leur emplacement naturel.

Au contraire, une loi de 1959, s'adresse aux petits agriculteurs à la tête d'exploitations viables ou susceptibles de le devenir moyennant certaines améliorations de structure. Les bénéficiaires sont déterminés classiquement par les dimensions de leurs exploitations et astucieusement par le niveau d'intensité de leur système de production caractérisé par le nombre de journées de travail utilisées par les différentes spéculations; la limite inférieure est de 8 hectares et 250 journées de travail; la limite supérieure de 40 hectares et 450 journées de travail.

Soit l'agriculteur, soit le vulgarisateur propose un programme destiné à améliorer la rentabilité de l'exploitation au terme de trois ou cinq ans. Mais c'est toujours le vulgarisateur qui supervise le programme, donne son accord et guide techniquement son exécution; sa responsabilité est donc très grande. Il convient de souligner que le Service de Vulgarisation n'a pas la responsabilité de décider la validité des demandes de subventions. Celles-ci découlent automatiquement de l'application de la loi de 1959. Elles concernent d'abord l'amélioration des cultures :

— Retournement des prairies de plus de trois ans et même simple rajeunissement de prairies : 310 NF par hectare et pendant trois ans.

— Drainage des herbages : 0,7 NF par mètre.

— Récupération de terres incultes, suppression de haies, etc. : l'État paie 85 p. 100 de la dépense, mais le maximum de la subvention ne peut dépasser 140 NF par hectare.

D'autre part, pour l'achat de l'équipement et du cheptel, l'agriculteur reçoit une subvention de 201 NF par hectare, avec un maximum de 5 040 NF: cette subvention lui est versée au fur et à mesure de l'exécution du plan (6e, 12e, 18e et 30e mois).

Bien entendu, cette législation spéciale ne prive pas l'agriculteur des subventions prévues par la législation générale. Ainsi un agriculteur pourra recevoir pour 1 hectare de prairie retournée : d'une part, 310 NF par an et pendant trois ans, d'autre part, 235 NF pendant un an.

L'ensemble des subventions ne peut pas dépasser 14 000 NF pendant l'exécution du plan de trois à cinq ans. Si l'on admet que la dimension moyenne de l'exploitation bénéficiaire est de 25 hectares, ceci fait 560 NF par hectare. Cette infusion gratuite de capitaux paraît d'autant plus considérable qu'elle est très souvent accompagnée de prêts obtenus aisément auprès des Banques pour des montants plus élevés encore.

En somme, on veut sortir de l'ornière le petit agriculteur réceptif en lui donnant les moyens de moderniser d'un seul coup son exploitation afin d'obtenir rapidement un niveau de vie convenable.

Que penser de ce généreux programme? Tout d'abord il est trop tôt pour porter un jugement puisque le *Plan d'assistance aux petits agriculteurs* date seulement de 1959; les dépenses prévues pour 1959-1960 ne représentent que 0,8 p. 100 du *support* à l'agriculture (voir ci-dessus).

Dans son principe, la méthode est bonne : c'est l'assistance financière utilisée pour un plan défini par un vulgarisateur. Notons d'ailleurs que le contrôle de l'utilisation des subventions n'est pas fait par le vulgarisateur lui-même, mais par un service financier dépendant du Ministère de l'Agriculture dont les représentants passent dans les exploitations; ainsi l'on éviterait des discussions d'argent entre le vulgarisateur et l'agriculteur, ce qui paraît un système vraiment bienveillant.

Les programmes établis pour les petites exploitations, que nous avons vues, ont le mérite de la simplicité. Ils sont basés en général sur le développement de la basse-cour et de la production du lait (ce qui peut dans ce dernier cas accroître la surproduction du lait).

Tous les agriculteurs visités étaient enchantés de cette manne inespérée. Dans une exploitation, nous avons vu un frigidaire, une cuisinière électrique et un poste de télévision achetés en 1960, ce qui prouve qu'avec optimisme, l'on n'avait pas attendu l'accroissement du revenu agricole pour profiter un peu des douceurs de l'existence... Les services semblent assez peu sévères dans l'application des mesures gouverne-

mentales : dans le comté de Buckingham, 11 agriculteurs sur 153 demandes ont été refusés et 2 agriculteurs ont été éliminés parce qu'ils n'appliquaient pas le programme adopté.

Dans quelle mesure, une telle méthode est-elle applicable à la France? Ici, nous avons le mauvais souvenir des zones-témoins dans lesquelles on a gaspillé de l'argent et qui se sont terminées par un échec à cause de l'insuffisance de l'assistance technique. De plus, les exploitations de 10 à 50 hectares qui ne sont que 187 000 au Royaume-Uni sont quatre fois plus nombreuses en France.

Faut-il dire avec certains économistes que toutes ces formes d'assistance aux petites exploitations ne sont jamais que des gaspillages, tout au plus des piqûres de pénicilline pour prolonger leur existence de quelques années? Nous ne pouvons évidemment adopter cette position confortable de bureaucrate. Les petits exploitants sont là et souvent malheureux à cause de la croissance économique dont bénéficie la collectivité. Le devoir de celle-ci est donc de les aider. Il s'agit de trouver des formes d'assistance pas trop coûteuses et efficientes. L'exemple de la Grande-Bretagne nous montre que ce n'est pas une tâche aisée.

De ce trop court et passionnant voyage, nous retenons les orientations suivantes :

— réorganiser nos services de vulgarisation sur des principes modernes (avec priorité pour la vulgarisation économique);

— développer notre recherche en économie rurale;

— contrôler de plus en plus sévèrement l'utilisation des capitaux dans l'agriculture (c'est une conséquence de l'industrialisation de l'agriculture);

— étudier scientifiquement et en coopération internationale les politiques agricoles;

— aider les petits agriculteurs malgré les extrêmes difficultés des interventions.

TENEUR EN SEL DES SOLS DE CHERAIA APRÈS 25 ANS D'IRRIGATIONS EXPÉRIENCES DE PLATRAGE A CHERAIA (MAROC)

M. de Boixo. — L'utilisation des eaux salées constitue un grave problème dans de nombreuses régions du Globe; nous l'avons étudié dans plusieurs communications faites ici-même.

Nous avons indiqué (*C.R. Ac. Agr.*, 19 mai 1944) les principes d'irrigation que devaient adopter les agrumiculteurs de l'Ouerrha; ils sont valables pour cette vallée (sols d'alluvions, pluviométrie de 600 m/m en moyenne).

Une expérience de vingt-cinq ans nous montre qu'en suivant ces principes ils maintiendront leurs orangeries en bon état; nous les rappelons brièvement.

Principe primordial

La teneur en NaCl de nos sols ne doit pas dépasser 0,500 g par kilogramme de terre sèche; elle correspond, pour le point de flétrissement de 7 p. 100 de nos sols, à une solution du sol de 8 grammes par litre, chiffre limite établi par Yankovitch.

Il est possible que ce chiffre de 0,500 g puisse être quelque peu dépassé; la question est discutée. Certains auteurs (Thomas, Californie, 1920) estiment que des doses de 0,200 g causent un léger dommage aux orangers.

Nos irrigations n'ont jamais dépassé 3 000 mètres cubes par hectare par an.

I. — Examen annuel du sel dans l'orangerie du Bled Cheraia

Chaque année, au mois d'avril, c'est-à-dire après la saison des pluies, nous ouvrons sur l'ensemble de la plantation une vingtaine de tranchées de 2 mètres de profondeur; nous examinons le sol (ce que l'emploi de la sonde ne permet pas) et nous titrons le sel aux profondeurs indiquées.

Voir tableau II le résultat des titrages faits du 16 au 20 avril 1960.

Nous voyons que, sauf pour la planche VI, les teneurs en NaCl sont nettement inférieures à la dose limite de 0,500 g par kilogramme de terre; c'est que la pluviométrie d'octobre 1959 à avril 1960 a été de 750 millimètres.

Donc vingt-cinq années d'irrigations prudentes nous conduisent à des teneurs moyennes de 0,300 g. Le graphique général que nous avons établi (non reproduit dans cette étude) depuis l'origine de nos irrigations montre que la teneur en sel croît pendant quinze ans environ, puis oscille autour du chiffre de 0,300 g avec des minima de 0,150 g si l'année a été très pluvieuse et de 0,400 g s'il s'agit d'une année sèche.

Calculons la quantité de sel éliminée. Prenons le cas de la planche IV; elle est irriguée depuis vingt-deux ans et a, en 1960, une teneur en sel de 0,140 g par kilogramme de terre sèche; elle a reçu 2 400 mètres cubes d'eau par hectare par an, d'une teneur moyenne de 0,700 g par litre soit 1 680 kilogrammes de sel par an soit en vingt-deux ans : $22 \times 168 \times 10^4$ g de sel.

Faisons le calcul pour une répartition du sel sur 2 mètres de profondeur du sol de densité = 1,3. La teneur en sel par kilogramme de terre est :

$$\frac{22 \times 168 \times 10^4 \text{ g de sel}}{26 \times 10^6 \text{ kg de terre}} = 1{,}42 \text{ g de sel par kg de terre}$$

Ce calcul — très schématique, bien entendu — indique que 90 p. 100 (1,28 g) du sel a été éliminé, et c'est là principalement le fait d'une pluviométrie abondante : 600 millimètres en moyenne et 900 millimètres en 1960.

La nappe phréatique est à 5 mètres en moyenne (c'est là un facteur très favorable à divers titres); il y a lixiviation avec entraînement du sel dans les couches profondes.

Aucune autre vallée du Maroc ne possède une telle pluviométrie et nous l'écrivions (Vallée de l'Ouerrha, 1948, p. 79). Elle présente la forme la plus élevée que puisse atteindre la terre agricole puisque dans un tryptique unique : le climat, le sol, l'eau, elle réunit un maximum de qualités jamais égalées.

II. — Expériences de platrage

Elles consistent dans l'établissement d'un quadrillage de 5 carrés de 2 mètres de côté, entourés d'un bourrelet de terre de 0,30 m de hauteur et épaisseur, disposés en étoile autour du carré témoin.

Nous répandons dans les carrés d'expérience des doses de plâtre allant de 4 000 kilogrammes de plâtre au minimum à 12 000 kilogrammes maximum par hectare et nous observons ses effets après irrigation de chaque carré avec des quantités d'eau de 3 000 mètres cubes par hectare minimum.

Nous rappelons que nos expériences ne sont pas rigoureuses; pour bien des raisons il nous est impossible de satisfaire aux conditions d'expérimentation respectant les règles bien connues de concordance, et autres; aussi étendons-nous dans le temps ce que nous ne pouvons faire dans l'espace et, ainsi, croyons-nous obtenir des résultats suffisamment approchés.

A) *Expérience de plâtrage du 29 novembre 1958 au 30 mars 1959*

Elle a été effectuée planche V, carré 5 de Cheraia.

1° *Écoulement des eaux.* — Voir tableau I

Nous avons répandu sur chacun des carrés 1 200 litres d'eau en trois fois : 500 l + 500 l + 200 l au fur et à mesure que l'eau avait disparu de chaque carré. Nous avons noté soigneusement l'écoulement de l'eau car il a une grande importance; si l'écoulement est rapide c'est que la structure du sol est bonne.

Voici les résultats pour les carrés 2 et 4 (le témoin porte le n° 1) :

	ÉCOULEMENT PAR HEURE
Carré 2: Pour la 1re lame d'eau de 0,20 m de hauteur.	0,16 m
Pour 1 200 litres d'eau répandus du 29 novembre à 10 h 40' au 30 novembre à 16 h 23', l'écoulement total a eu lieu en 31 heures soit sensiblement	0,16 m
Cette quantité de 1 200 litres pour un carré de 4 m² de surface représente 3 000 m³/ha c'est-à-dire plus du triple d'une irrigation ordinaire.	
Carré 4: Pour la 1re lame de 0,20 m.	0,02 m
On voit l'énorme différence pour ces carrés distants de 5 m : l'écoulement est 8 fois plus rapide pour le carré 2 que pour le carré 4	
— L'écoulement total des 1 200 litres soit 3 000 m³/ha en 70 heures (de 29 nov. à 10 h 53 au 2 déc. à 8 h 30) c'est-à-dire 20 fois moins rapide que pour carré 2	0,007 m

Pour ce carré 4 nous avons suivi l'écoulement le 29 novembre de 10 h 52 à 17 h 30 :

de 10 h 53 à 15 h 35 il a été de 0,032 cm/min
de 10 h 53 à 16 h 30 il a été de 0,035 cm/min
de 10 h 53 à 17 h 30 il a été de 0,034 cm/min

Causes d'erreurs. — Il y en a au moins deux dans nos procédés :

a) Nous mesurons la hauteur d'eau écoulée dans les carrés en enfonçant dans l'eau un mètre métallique et quand nous sentons une résistance nous lisons : étant donné le floconnement de la terre au contact de l'eau il y a une certaine imprécision de lecture mais nous redoutons que les barres que nous placerions au travers de bourrelets pour faire une lecture précise soient déplacées par des passants.

b) Les bourrelets de 0,30 m d'épaisseur, constitués par de la terre meuble et bien que les parois en soient lissées, absorbent de l'eau.

2° *Résultats du plâtrage.* — Certaines erreurs s'étant glissées dans les titrages nous ne les reproduirons pas mais nous pouvons dire que des doses de 4 000 kilogrammes de plâtre par hectare ont éliminé 30 p. 100 de Na.

B) *Expérience de plâtrage du 5 décembre 1959 au 16 avril 1960*

Elle a été effectuée à Cheraia planche III, carré 4.

Le quadrillage est le même que pour les expériences précédentes mais les carrés 2-3-4-5 étaient disposés à une distance de 4 mètres environ (centre à centre du témoin n° 1).

TABLEAU I

EXPÉRIENCE DE PLATRAGE A CHERAIA
DU 29 NOVEMBRE 1958 AU 30 MARS 1959

LES HEURES INDIQUENT LA FIN DE L'OPÉRATION	TABLEAU D'ÉCOULEMENT DES EAUX D'IRRIGATION								
Heure de l'irrigation (fin)	Eau répandue sur les carrés en litres				Hauteur de l'eau immédiatement après l'irrigation				
	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	
	(l)	(l)	(l)	(l)	(m)		(m)	(m)	
29 nov. 1958 :									
10 h 40	500				0,20				
10 h 53			500				0,21		500 1ers lit.
10 h 55					0,16				Écoulement total probable à 11 h 55 pour C. 2
15 h 30					0,00	vers 11 h 55			
15 h 35							0,12		
16 h 30							0,09		
17 h 30							0,075		Écoulement probable à 22 h pour C. 4
							0,00		
30 nov. 1958 :									
15 h 45									
15 h 55	500				0,19				
16 h									
16 h 16'			500				0,20		
16 h 17'					0,15				
16 h 23	200				0,20				
16 h 25							0,20		
16 h 27			200				0,245		
17 h 27							0,235		
17 h 30					0,12				
					0				probable à 18 h
	1 200		1 200						
1er décembre :									
6 h 40					0,0		0,125		
8 h 30							0,12		
12 h 40							0,09		
16 h 45'							0,07		
2 décembre :									
8 h 30							0,00		(il reste 2 flaques d'eau de 0,50 m à 0,60 m de largeur et de 1 cm de hauteur
Pluie du 2 au 8 déc. 1958	113	113	113	113		(1)			
Pluie du 8 déc. 1958	248	248	248	248	0,0	0,06	0,06	0,06	
Pluie du 8 déc. 1958 au 30 mars 1959	1 668	1 668	1 668	1 668					
	3 229	2 029	3 229	2 029					
Pluie :									
du 2 au 3 déc. 1958	3,3								
du 4 au 5 déc.	7,6								
du 6 déc.	2,8	rapidement absorbées							
du 6 au 7	11,7								
du 7 au 8 déc.	62								

TABLEAU II

Tableau d'écoulement des eaux d'irrigation pour l'expérience de platrage du 5 décembre 1959
Eau titrant 0,791 en NaCl

Heure de l'irrigation (fin)	Eau répandue sur les carrés en litres				Hauteur d'eau en fin d'irrigation				
	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	C. 2	C. 3	C. 4	C. 5	
	(l)	(l)	(l)	(l)	(m)	(m)	(m)	(m)	
9 décembre :									
16 h 43	800				0,23				La hauteur d'eau est prise à la fin des épandaisons de 800 l
16 h 53				800				0,18	
17 h		800				0,20			
17 h 15			800				0,25		
17 h 25					0,22	0,19	0,24	0,10	
Nuit du 9 au 10 déc.	74	74	74	74					pluie de 18,5 mm
10 déc. 1959, 10 h 55					0,17	0,00	0,00	0,00	
10 déc., 17 h 15, *pluie*	30	30	30	30	0,14	0,00	0,00	0,00	pluie de 7,7 mm
De 17 h 05 à 8 h matin, *pluie*	11	11	11	11					pluie de 2,8 mm
11 déc., 11 h 10					0,13	0,02	0,02	0,02	
11 déc., de 8 h à 16 h, *pluie*	20	20	20	20					pluie de 5,2 mm
11 déc., 16 h 15 à 16 h 30	270	270	270	270	0,19	0,12	0,12	0,09	dont 134 l pluie
	1 205	1 205	1 205	1 205					pluie de 4,40 = 171
Du 11 déc. au 12 déc. à 8 h, pluie	17	17	17	17					
12 déc. 1959 à 11 h 05	1 222	1 222	1 222	1 222	0,16	0,02	0,00	0,00	
12 déc., pluie									
12 déc. 1959, 17 h					0,15	0,00	0,00	0,00	
13 déc. 1959, 8 h, pluie	12	12	12	12					de 0,003 mm
13 déc. 1959, 11 h 04					0,115	0,00	0,00	0,00	
13 déc. 1959, 17 h 10					0,11				
14 déc. 1959, 11 h					0,09				
14 déc. 1959, 17 h 30					0,08				
Pluie du 14 au 15 déc.	72	72	72	72					0,018 mm
15 déc. à 17 h					0,11	2,00			
Pluie du 16 au 17	40	40	40	40					0,0102
Le 17 déc. à 11 h 20					0,10				
Le 17 déc. à 17 h 30					0,085				
Le 18 déc. à 11 h 15					0,078				
Le 19 déc. à 11 h 40					0,06				Oued se retire bien vers Travaillant
Le 20 déc. à 11 h					0,05				
Le 20 déc. à 17 h 45					0,04				
Le 21 déc. 1959 à 11 h 35					0,03				
Le 22 déc. à 12 h					0,01				
24 déc., pluie 4,2	16	16	16	16					pluie de 4,2 mm
26 déc. 1959, 12 h 10					0,005	0	0	0	
27 déc. 1959, 12 h 45					0,000	0	0	0	
Pluies de janv. à mars (par carré de 4 m²)	2 066	2 066	2 066	2 066					
	3 428	3 428	3 428	3 428					

1° *Écoulement des eaux d'irrigation des carrés.* — Voir tableau II.

Chaque carré a reçu par irrigation	1 070 litres d'eau
et, sous forme de pluie, de janvier à mars 1960	2 358 litres d'eau
Total.	3 428 litres d'eau

	Écoulement par heure
Le tableau montre que pour une lame d'eau primitive qui a varié, suivant les carrés, de 0,25 m à 0,18 m, hauteur d'eau à laquelle est venue s'ajouter le 9 décembre 1959 une pluie de 18,5 mm la nappe pour carrés 3 à 5 est totalement écoulée en 18 heures environ soit	0,012 m
tandis qu'au bout de ce laps de temps le carré 2 n'a écoulé que 0,06 m soit 4 fois moins	0,003 m
C'est le carré 5 qui a l'écoulement le plus rapide : au début 0,08 m en 32' qui est le chiffre donné par l'expérience du 29 novembre 1958	0, 16 m

Par la suite des pluies suivantes :

	En mm	Écoulement par heure
10 décembre 1959 (soir)	7,7	
11 décembre.	2,8	
12 décembre.	9,6	
13 décembre.	3,0	
14 décembre.	18,0	
15 décembre.	10,0	
24 décembre.	4,0	
Total.	55,1	

les lames d'eau en provenant furent immédiatement absorbées comme le montre le tableau pour les carrés 3 à 5.

Pour le carré 2 l'écoulement fut plus lent et ce n'est que le 22 décembre 1959 que toute l'eau s'était écoulée.

L'écoulement des eaux est satisfaisant puisqu'une lame d'eau de 0,20 m environ disparaît en dix-huit heures, sauf pour le carré 2; sans les pluies tombées du 9 au 24 décembre le ressuyage eût été obtenu vers le 18 décembre soit en neuf jours.

Nos irrigations par aspersion ne donnent que 700 mètres cubes au maximum par hectare c'est-à-dire le tiers environ de la lame d'expérience exposée ci-dessus.

Nous notons qu'après les pluies de 300 millimètres survenues en octobre à décembre 1960 l'eau stagnait encore par places dans diverses planches le 24 décembre 1960.

Planche III, carré 4 de Cheraia

2° *Le plâtrage.* — Le plâtre a été répandu le 7 décembre 1959 :

	Par carré soit par ha
Carré 2 — 3 200 g =	8 000 kg/ha
Carré 3 — 4 800 g =	12 000 kg/ha
Carré 4 — 1 600 g =	4 000 kg/ha
Carré 5 — 2 400 g =	6 000 kg/ha

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Expérience de platrage du 5 décembre 1959 au 16 avril 1960

	Teneur du plâtre employé : 82 % de sulfate de calcium					
Profondeur de prise des échantillons dans chaque carré.	0,15 m	0,50 m	1 m	1,50 m	2 m	Moy. des titrages
	Teneur en NaCl ‰ de terre fine sèche					
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
Carré témoin	0,090	0,440	0,440	0,140	0,490	0,320
Carré 2 : 8 000 kg plâtre /ha . .	0,090	0,090	0,120	0,170	0,120	0,118
Carré 3 : 12 000 kg plâtre /ha . .	0,090	0,090	0,120	0,090	0,060	0,090
Carré 4 : 4 000 kg plâtre /ha . .	0,090	0,320	0,070	0,380	0,230	0,218
Carré 5 : 5 000 kg plâtre /ha . .	0,120	0,230	0,520	0,470	0,290	0,326

Nous excepterons le cas du carré 5 qui est aberrant.

L'effet du plâtre saute aux yeux :

a) Les moyennes (dernière col.) sont inférieures de 31 p. 100 (carré 4) à 71 p. 100 (carré 3) à celle du témoin; ce sont les quantités de 8 000 kilogrammes et 12.000 kilogrammes par hectare qui ont donné les meilleurs résultats.

b) Sur 0,15 m les eaux ont chassé le sel dans tous les cas.

Sur 0,50 m la teneur en sel est partout inférieure à celle du témoin (de 27 à 112 %);

Sur 1 m la teneur en sel est partout inférieure à celle du témoin (de 70 à 80 %);

Sur 1,50 m seul le carré 3 (12 000 kg) a une teneur inférieure à celle du témoin;

Sur 2 m la teneur est inférieure à celle du témoin (de 31 à 87 %).

Nous retombons ainsi sur les résultats de nos précédentes expériences; des doses de 4 000 kilogrammes de plâtre par hectare, seraient suffisantes dans une orangerie sagement conduite pour éliminer un excès de sel accidentel puisque 30 p. 100 du sel serait éliminé.

Les eaux qui ont servi à l'irrigation des carrés les 9 et 11 décembre1959 titraient respectivement : 0,791 g et 0,758 g en NaCl; nous n'avons fait aucune correction du sel ainsi introduit dans le sol.

Notons qu'il résulte des expériences faites sur nos sols de Cheraia au C.N.R.A. de Versailles (Monnier, *Ing. Agr., Lab. des Sols*, 1957) que la dose de 6 000 kilogrammes de plâtre avait apporté une grosse amélioration physique.

Nous croyons donc que bien que nos sols contiennent 15 p. 100 de calcaire il serait probablement fort opportun de faire entrer le plâtrage dans le cycle des opérations culturales.

Conclusion

Depuis vingt-cinq ans nous avons limité nos irrigations annuelles à 3 000 mètres cubes par hectare : les eaux s'écoulent bien, la teneur en sel est de 0,350 g environ par kilogramme de terre : nous avons sacrifié

TABLEAU III

19 MAI 1960

RELEVÉ DES TITRAGES DE NaCl SUR PRÉLÈVEMENTS EFFECTUÉS LES 16-20 AVRIL 1960 A CHERAIA ET OALED OTHMAN (MAROC) CHLORURES ‰ DE TERRE FINE SÈCHE EN NaCl

		(m) 0,15	(m) 0,50	(m) 1	(m) 1,50	(m) 2	Moyen.
	Cheraïa						
Planche III : carré 4	Échantillon pris le 7-12-1959, témoin	0,090	0,440	0,440	0,140	0,490	0,320
Expérience de plâtrage du 5-12-1959. Voir dossier spécial.	Échantillon le 16 avril 1960 : 8 000 kg plâtre /ha : carré 2	0,090	0,090	0,120	0,170	0,120	0,118
	12 000 kg plâtre /ha : carré 3	0,090	0,090	0,120	0,090	0,060	0,090
	4 000 kg plâtre /ha : carré 4	0,090	0,320	0,070	0,320	0,230	0,218
	6 000 kg plâtre /ha : carré 5	0,120	0,230	0,520	0,470	0,290	0,326
Planche II, 16 avril 1960	Voir pour l'emplacement l'état du 16 avril 1960	0,140	0,120	0,290	0,170	0,120	0,168
Planche IV	—	0,090	0,060	0,060	0,350	0,140	0,140
Planche V	—	0,060	0,060	0,060	0,060	0,120	0,072
Planche VI	—	0,090	0,140	0,850	0,790	2,090	0,780
Planche VII	—	0,090	0,090	0,090	0,170	0,200	0,128
	Ouled Othman						
Planche II : carré 3	A 1,40 m au Nord du carré 4 central à 10 m des Cyprès	0,090	0,090	0,090	0,170	0,200	0,128
Planche III : carré 3	A 1,40 m au Nord du carré 4 central à 10 m des Cyprès	0,090	0,120	0,260	0,120	—	0,122
Planche IV : carré 3	A 1,40 m au Nord du carré 4 central à 10 m des Cyprès	0,090	0,090	0,060	0,170	0,170	0,116
Citronniers de Cheraïa	A 80 m ouest du hangar terrain très compact	0,120	0,090	0,600	0,090	0,090	0,200

résolument au maintien de la structure de nos sols le supplément de production dû à des irrigations plus importantes; nous pourrons les envisager, surtout grâce à l'irrigation par aspersion que nous pratiquons depuis trois ans, mais nous n'entendons nous engager dans cette voie qu'avec beaucoup de prudence.

Nos expériences de plâtrage montrent que dans nos sols de Cheraia des quantités de 4 000 kilogrammes à 8 000 kilogrammes de plâtre par hectare enlèvent de 30 p. 100 à 70 p. 100 du sel environ; nous avons donc là une arme mais dont nous voudrions n'avoir jamais à nous servir.

Signalons pour mémoire que le désalage des eaux n'est pas encore rentable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Boixo (P.). — La Vallée del Querrha. Imprimerie Dehan, Montpellier.
De Boixo (P.). — Utilisation des eaux salées. *C.R. Ac. Agr.*, 19 mai 1954.
De Boixo (P.). — Expériences d'irrigation à Cheraia. *C.R. Ac. Agr.*, 5 juillet 1953.
University Of California-Citrus Ind., vol. I.
Yankovitch. — *Annales de Botanique*, Tunisie, 1949.

Présentation d'ouvrage :

PÊCHES CONTINENTALES, BIOLOGIE ET AMÉNAGEMENT

par MM. Vibert (*) et Lagler (**)

M. Guinier. — Par le terme de « Pêches continentales », homologue de celui de « Pêches maritimes », les auteurs entendent désigner tous les fonds d'eau douce producteurs de poissons, qu'il s'agisse de rivières, de lacs, d'étangs de diverses sortes, même des rizières et de zones d'inondation. Les pêches continentales ont une grande importance économique : c'est une ressource précieuse pour l'alimentation humaine. Si dans les pays les plus évolués, cette considération peut paraître secondaire, il n'est pas superflu de remarquer que la pêche est une distraction ou un sport très pratiqué, et de savoir que le nombre des pêcheurs représente en France le dixième de la population, aux États-Unis, le cinquième. Mais dans des pays subtropicaux, très peuplés et sous-alimentés, les poissons d'eau douce peuvent puissamment contribuer à la nourriture des habitants. Un étang peut fournir, à l'hectare, un poids de protéines dix fois supérieur à celui que l'on peut exiger d'un terrain consacré à l'élevage du bétail. Au total on estime que les eaux continentales peuvent fournir annuellement environ 5 milliards de kilogrammes de poissons, ce qui représente 30 à 40 p. 100 de la consommation totale de poissons.

Faire connaître la biologie des fonds d'eau douce, les règles qui président à la vie des poissons qui les peuplent, et fixer les principes et méthodes de l'aménagement, c'est-à-dire de l'exploitation rationnelle de ces domaines, tel est le but que se sont proposés les auteurs, spécialistes reconnus de l'aquiculture, l'un en France, l'autre aux États-Unis. L'ouvrage a une ampleur et une originalité qu'il importe de faire ressortir; pour la première fois, on dispose d'un livre traitant de la production et de l'exploitation rationnelle des eaux douces dans le monde entier. Les auteurs poursuivent un but aussi bien scientifique que pratique : ils visent à documenter les naturalistes et les techniciens des pêches et aussi

(*) Ingénieur principal des Eaux et Forêts, Directeur de la Station d'hydrobiologie appliquée de Biarritz.
(**) Professeur de zoologie et de pêches à l'Université de Michigan (U.S.A.).

à informer les « profanes » ayant, à des titres divers, des responsabilités dans l'exploitation des pêches.

Dans une première partie sont exposés les fondements écologiques de la question envisagée. Un fonds d'eau est un milieu peuplé d'un ensemble d'êtres vivants, d'une biocénose, où l'on considère spécialement la population des poissons, ce que l'on peut appeler la « pêcherie ». Cette « pêcherie » peut être assimilée à un superorganisme en équilibre avec les conditions de milieu; ses caractéristiques, à un moment donné, sont fonction d'une part de l'espèce et de la race des poissons, ce qui est étudié à la lumière des principes de la génétique, et, d'autre part, de l'environnement : sous ce titre sont étudiés les facteurs climatiques, les facteurs alimentaires et les facteurs sociaux, ce qui amène à la compréhension des particularités des populations. Les auteurs exposent la théorie mathématique des pêches, récemment développée et assez froidement accueillie d'abord par les biologistes; ils considèrent qu'il y a là un outil « qui ne vaudra que par l'habileté et le bon sens de ceux qui l'utilisent ».

L'aménagement des pêches englobe l'ensemble des interventions possibles sur la pêcherie pour qu'il soit possible d'y prélever le maximum de poissons, donc d'obtenir le maximum de rapport, sans qu'il y ait un déséquilibre permanent, donc une diminution de productivité. Sous la rubrique « Principes d'aménagement » sont exposées les mesures à prendre et les méthodes à adopter pour contrôler et améliorer les conditions d'environnement (pollution, facilités de circulation, nourriture, maladies), pour favoriser les populations intéressantes par le repeuplement et enfin pour réglementer l'exploitation des pêcheries.

Dans une troisième partie consacrée aux « Pratiques d'aménagement », est passée en revue l'application de ces principes dans les « eaux semi-domestiques » qui comprennent les étangs et les rizières, et les « eaux naturelles » (rivières et lacs). A propos des eaux semi-domestiques des aperçus originaux sont donnés sur l'aménagement des étangs d'eau douce ou saumâtre en Indonésie, en Afrique noire, aux États-Unis ainsi que sur l'exploitation piscicole des rizières pratiquée notamment au Japon et en Indonésie. Dans les eaux naturelles, rivières et lacs, l'exploitation est plus ou moins extensive; les responsables de la pêcherie doivent opérer en agissant sur l'environnement et en assurant une bonne information des pêcheurs et une réglementation appropriée. Les auteurs laissent de côté les « eaux domestiques », les étangs où le poisson est artificiellement nourri; c'est le cas classique étudié dans les traités de pisciculture. Des indications sont données sur quelques fonds d'eau de caractères spéciaux, les lagunes et étangs littoraux, et les zones d'inondation exploitées notamment au Cambodge.

Un dernier chapitre consacré à des techniques particulières, résume les données essentielles relatives à des questions dont la connaissance est utile aux chercheurs : analyse statistique, méthodes d'étude de l'âge et de la croissance des poissons, marquage, régime alimentaire, inventaire des populations, enquête écologique sur les pêches.

Le livre, d'une belle présentation, bien illustré, solidement documenté et renfermant d'abondantes références bibliographiques, est un ouvrage de synthèse, d'une entière originalité, tel qu'il n'en existait pas jusqu'à présent. Il apporte d'utiles renseignements aussi bien aux naturalistes soucieux d'écologie qu'aux techniciens de la mise en valeur des fonds d'eau. Il mérite particulièrement de retenir l'attention de l'Académie.

Présentation d'ouvrage :

FLEURS, FRUITS ET LÉGUMES

par MM. Duvernay et Perrichon

M. de Vilmorin. — Mes chers Confrères, je voudrais vous présenter un livre d'horticulture qui vient de paraître en librairie (1) et qui est dû à la plume de notre Confrère Correspondant M. J.-M. Duvernay et à celle de M. Perrichon, ingénieur horticole. Cet ouvrage intitulé « Fleurs, Fruits, Légumes » embrasse donc l'ensemble des disciplines horticoles.

Il existe certes déjà de nombreux manuels qui traitent de ces questions, mais qui sont le plus souvent spécialisés dans l'une ou l'autre des branches du jardinage, ou bien qui sont soit très élémentaires, soit au contraire trop techniques pour rendre tous les services qu'en attendent les nombreux amateurs et les jeunes jardiniers professionnels de notre époque.

Le livre de MM. Duvernay et Perrichon a le double mérite d'être complet, c'est-à-dire de faire intervenir les applications les plus modernes de la science et d'être cependant facilement accessible à un vaste public que rebuterait un excès de détails ou de considérations trop savantes.

C'est là un ouvrage auquel on ne peut que souhaiter le succès qu'il mérite. Je suis heureux d'en féliciter les auteurs et de les remercier de l'exemplaire qu'ils m'ont chargé de déposer sur le bureau de l'Académie.

(1) Le Livre de Poche, Hachette.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise
Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)

— Dépôt légal : 1er trimestre 1961
— — Numéro d'ordre : 5.675 — —

C. P. P. P. : 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1961 sont les suivant :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	18 NF	22 NF
Numéro	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C.C.P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 2.800 fr. ou 28 NF la collection reliée et de 2.300 NF ou 23 NF en fascicules séparés.

Les collections antérieures à 1950 : reliées 3.000 fr. ou 30 NF, en fascicules séparés 2.500 fr. ou 25 NF, port en sus.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 550 fr. ou 5,50 NF, millésimées : 650 fr. ou 6,50 NF, port en sus.

N° 5

SÉANCE DU 1er MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

M. le Président. — Décès de M. Gonzalez Vazquez, correspondant étranger . 209

M. le Secrétaire perpétuel. — Parmi les ouvrages reçus 209

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)

XXVI. **M. Delatouche.** — La recherche agronomique au Moyen Age . . 210

XXVII. **M. Février.** — Le Centre national de Recherches zootechniques (période actuelle) 216

Observations : **MM. Chombart de Lauwe, Février** 217

M. Vayssière. — Présentation d'un mémoire de M. Barry : Étude de la végétation de la région de Nîmes 218

M. Pierre Lorne. — L'éclaircissage chimique des fruits (pommes) 218

Observations : **MM. Fr. Robin, Lorne** 222

M. Rebour, *correspondant.* — La fumure phosphopotassique des arbres fruitiers en culture irriguée 223

MM. Cohen et Gailledreau. — La pollution radioactive des sols : aspects et remèdes. (*Note présentée par* **M. Francis Perrin**) 226

Observations : **MM. Hénin, D. Bertrand, Barbier, Fr. Perrin** 228

MM. Lefèvre et Hiroux. — Effet maximum d'une dose limitée d'azote sur Fétuque. (*Note présentée par* **M. Barbier**) 230

***

Bibliographie d'ensemble. Ouvrages reçus pendant le mois de février 1961 . . . 232

SÉANCE DU 8 MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)

XXVIII. **M. Lavollay.** — Boussingault, les Schlœsing et les Sciences de base de l'agronomie (période 1848-1914) 233

Observations : **MM. Leroux, Chombart de Lauwe, Lavollay, Voisin** 236

XXIX. **M. Lemoigne.** — Pasteur et la Microbiologie (période 1848-1914) . . 239

XXX. **M. Guinier.** — La science forestière et la lutte contre l'érosion (1848-1914) 242

M. Desoutter. — La modernisation de la traction hippomobile, élément de prospérité pour l'exploitation familiale 245

Observations : **MM. Baratte, Bressou, Decoux, Gillouard, Desoutter** 248

M. Chombart de Lauwe. — Impressions sur l'économie agricole britannique. 252

M. de Boixo. — Teneur en sel des sols de Cheraïa (Maroc) après vingt-cinq ans d'irrigation. Expériences de plâtrage 259

M. Guinier. — Présentation d'ouvrage : Pêches continentales, biologie et aménagement par MM. Vibert et Lagler 267

M. de Vilmorin. — Présentation d'ouvrage : Fleurs, fruits, légumes par MM. Duvernay et Perrichon 269

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 5 — 5-61 — 5.736